



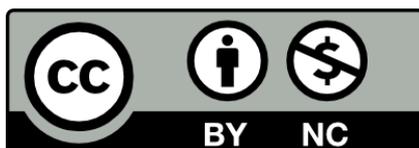
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Uma sequência didática para aprendizagem ativa de cinemática:
conceitos introdutórios, modelos e gráficos com uso de sensor de
movimento e plataforma Arduino

Reinaldo Silva Guimarães

Proposta educacional associada à
Dissertação de Mestrado realizada sob
orientação da Profa. Dra. Vania Elisabeth
Barlette e coorientação do Prof. Dr. Paulo
Henrique Guadagnini e apresentada à
Banca Examinadora como requisito parcial
para obtenção do Título de Mestre em
Ensino de Ciências, Área de
Concentração: Ensino de Ciências, do
Curso de Mestrado Profissional em Ensino
de Ciências do Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências da
Universidade Federal do Pampa.

Bagé, RS
2015



Esta obra está licenciada sob a Licença
[Creative Commons Atribuição Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite:

- Compartilhar: copiar e distribuir o material em qualquer meio ou formato;
- Adaptar: remixar, transformar e construir com base neste material

O licenciante não pode revogar essas liberdades enquanto os termos desta licença forem seguidos.

Sob estas condições:



Atribuição: Você deve dar crédito adequado, fornecer um link para a licença, e indicar se mudanças foram feitas. Você pode fazê-lo de qualquer forma razoável, mas não em qualquer forma que sugira que o licenciante concorda com você ou seu uso.



Uso Não Comercial: Você não pode usar o material para fins comerciais.

Não há restrições adicionais: Você não pode aplicar termos legais ou medidas tecnológicas que legalmente restringem os outros de fazer qualquer coisa que a licença permite.

Apoio:



Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Programa Observatório da Educação – OBEDUC

FIGURAS

Figura 1 - Situação didática.....	12
Figura 2 - Princípio da assimilação de acordo com Ausubel.....	16
Figura 3 - Princípio da assimilação de acordo com Ausubel com a fase obliteradora	17
Figura 4 - Aprendizagem subordinada: subsunção derivativa.....	18
Figura 5 - Aprendizagem subordinada: subsunção correlativa.....	19
Figura 6 - Aprendizagem superordenada.....	20
Figura 7 - Aprendizagem combinatória.....	20
Figura 8 - Diagrama esquemático do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino, adaptado de Rocha e Guadagnini (2010).....	24
Figura 9 - Esquemático elétrico para interfaceamento do sensor sonar ultrassônico HC-SR04 e a placa Arduino UNO, adaptado de Rocha e Guadagnini, 2010.....	26
Figura 10 - Possibilidade de organização da sala de aula para a realização de atividades com uso do sensor sonar.....	27
Figura 11 - Disposição do sistema de aquisição automática de dados para as atividades de MRU.....	29
Figura 12 - Placa micro processada do tipo Arduino UNO com sensor sonar (HC- SR04) utilizados na Atividade 1 (MRU).....	30
Figura 13 - Indicação da direção dos movimentos realizados pelos estudantes durante as atividades, balizados pela fita métrica amarela sobre o piso da sala de aula.....	30
Figura 14 - Sequência de imagens do movimento por um estudante simultaneamente à exibição de sua representação gráfica.....	31
Figura 15 - Esquema da rampa com Arduino com sensor sonar.....	31
Figura 16 - Visão geral do posicionamento dos recursos didáticos para o desenvolvimento da Atividade 2 referente ao MRUV.....	32
Figura 17 - Posicionamento do conjunto Arduino e sonar para Atividade 2 referente ao MRUV.....	33
Figura 18 - Sequência de três momentos da situação ação da trajetória da bolinha descendo a rampa inclinada.....	34
Figura 19 - Indicadores da forma de participação dos estudantes nas situações didáticas.....	36

QUADROS

Quadro 1 - Descrição da atividade de ensino de MRU	37
Quadro 2 – Objetivos de aprendizagem para a Atividade 1 na dimensão do processo cognitivo	43
Quadro 3 - Objetivos de aprendizagem para a Atividade 2 na dimensão do processo cognitivo	51
Quadro 4 - Planejamento da situação didática para o ensino de MRU, usando a classificação da Teoria das Situações Didáticas.....	52
Quadro 5 - Planejamento da situação didática para o ensino de MRUV, usando a classificação da Teoria das Situações Didáticas.....	54

SUMÁRIO

1	Introdução	8
2	Descrição geral.....	9
3	Pressupostos para a concepção da sequência de ensino	10
4	Fundamentos Teóricos	11
4.1	Aspectos da Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau	11
4.2	Aspectos da Teoria da Assimilação de David Ausubel.....	14
4.2.1	Características básicas da Aprendizagem Significativa	15
4.2.2	Assimilação.....	16
4.2.3	Formas de Aprendizagem Significativa – Teoria da Assimilação	17
4.2.3.1	Aprendizagem subordinada	17
4.2.3.2	Subsunção derivativa.....	18
4.2.3.3	Subsunção correlativa	19
4.2.3.4	Aprendizagem superordenada ou subordinante	19
4.2.3.5	Aprendizagem combinatória.....	20
5	Organização da sequência de ensino.....	22
6	Sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino.....	24
7	Orientações ao professor	27
7.1	Atividade 1 - MRU	27
7.1.1	Preparação prévia.....	27
7.1.2	Posicionamento do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino – MRU	27
7.1.3	Captura dos Movimentos	28
7.2	Atividade 2 – MRUV	31
7.2.1	Preparação prévia.....	31
7.2.2	Posicionamento do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino - MRUV	32
7.2.3	Captura dos Movimentos - Rampa inclinada	33
8	Desenvolvimento das atividades	35
8.1	Instruções gerais.....	35
8.2	Atividade 1	36
8.2.1	Início das atividades.....	36

8.2.2	Executando movimentos	37
8.2.3	Atividade para ensino de MRU	37
8.2.3.1	Descrição geral da atividade para ensino de MRU	37
8.2.3.2	Recursos	37
8.2.3.3	Objetivos de ensino.....	38
8.2.3.4	Objetivos de Aprendizagem	38
8.2.3.5	Desenvolvimento	39
8.2.3.6	Tarefas.....	40
8.2.3.7	Avaliação.....	42
8.3	Atividade 2	44
8.3.1	Início das atividades.....	44
8.3.2	Executando movimentos	44
8.3.3	Atividade para ensino de MRUV.....	45
8.3.3.1	Descrição geral da atividade para ensino de MRUV.....	45
8.3.3.2	Recursos	45
8.3.3.3	Objetivos de ensino.....	45
8.3.3.4	Objetivos de Aprendizagem	46
8.3.3.5	Desenvolvimento	46
8.3.3.6	Tarefas.....	47
8.3.3.7	Avaliação.....	49
9	Classificação das situações didáticas.....	52
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICES.....	58
	ANEXOS	86

APRESENTAÇÃO

Prezado professor, este material é o produto educacional desenvolvido durante a minha pesquisa de mestrado profissional intitulada "Construção e avaliação de uma sequência de ensino de cinemática introdutória com apoio de um sistema de aquisição automática de dados baseada em princípios da Engenharia Didática". Desenvolvida em uma escola pública do interior do Rio Grande do Sul, durante o primeiro semestre de 2015, com uma turma de 9º ano do ensino fundamental, esta sequência de ensino é composta de duas atividades, voltadas para o ensino de Física, notadamente cinemática, com o uso de tecnologias, buscando proporcionar aos estudantes a construção de conceitos físicos, modelos e gráficos simultaneamente a interação com um sistema automático de coleta de dados.

Confeccionada para servir de material de apoio ao professor, esta sequência didática, poderá ser livremente adaptada ou alterada de acordo com sua conveniência, uma vez que utiliza recursos de *hardware* e *software* livres, flexíveis e fáceis de se usar, sistematizados por procedimentos e técnicas baseados em referenciais educacionais consolidados. Detalhes da pesquisa que originou este trabalho encontram-se na dissertação de mestrado de Guimarães (2015).

Bagé, RS – Ano de 2015
Reinaldo Silva Guimarães

1 Introdução

Esta sequência de ensino foi desenvolvida para o 9º ano do ensino Fundamental e envolve o uso de tecnologias como apoio ao processo de construção de conceitos introdutórios de cinemática, tais como velocidade e aceleração, bem como da compreensão, pelos estudantes, das representações gráficas relacionadas a estas grandezas. Para organização da sequência de ensino foi adotada uma ordem sequencial das concepções de velocidade e aceleração, os quais são ancorados em noções tais como espaço ou distância, posição, deslocamento, referencial, sistema de coordenadas cartesianas ou plano cartesiano, tempo e intervalo de tempo, trajetória, ponto material ou partícula, massa, inércia, direção, sentido, posição e movimento relativo.

2 Descrição geral

A sequência de ensino foi estruturada em duas atividades que agrupam individualmente um conjunto de 4 horas/aula. A divisão em duas atividades foi estabelecida de acordo com objetivos de ensino planejados e elaborados de forma a possibilitar a gradativa construção de conhecimentos em cinemática através de representações gráficas e matemáticas, obtidas simultaneamente às simulações de diversos tipos de movimento. As atividades também foram categorizadas de acordo com a situação simulada e conforme o tipo de movimento a ser estudado. Assim, a atividade 01 que é voltada para o estudo do MRU (movimento retilíneo uniforme), tem com categoria “Situações do dia a dia”, indicando o tipo de movimento que deverá ser simulado e que será objeto de estudo. Já a atividade 02 refere-se ao estudo do MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado) e é categorizada como “Estudo de movimentos”. Ambas atividades foram planejadas para que os alunos construam o seu conhecimento simulando, e estudando, movimentos com velocidades constante, ou variável, e aceleração constante, relacionadas a movimentos em uma única dimensão.

3 Pressupostos para a concepção da sequência de ensino

A concepção da sequência de ensino tem por base:

- a) A forma de organizar o ensino dos conteúdos introdutórios de cinemática aos estudantes segundo o processo de assimilação por subordinação, como proposta pela Teoria da Assimilação de David Ausubel;
- b) As formas adidáticas propostas pela Teoria das Situações Didáticas para o aluno construir significados dos novos conteúdos com a sua interação com este conteúdo, (situações de ação, formulação, validação);
- c) A concepção de que a interação do aluno com um sistema de aquisição automática de dados permite a ele: visualizar os dados sendo obtidos por meio de uma representação gráfica do fenômeno em tempo real, construir significados na ação com o aparato de aquisição automática de dados, e testar os novos conhecimentos (GIL-PEREZ et al., 1999); e, ao professor, um recurso estratégico para operacionalizar situações adidáticas de ação, formulação e validação.

4 Fundamentos Teóricos

4.1 Aspectos da Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau

Proposta por Guy Brousseau, na década de 80, a Teoria das Situações Didáticas é inspirada na concepção genético-cognitivista da aprendizagem, desenvolvida por Jean Piaget, a qual pressupõe ser o desenvolvimento cognitivo constituído por assimilações e acomodações dos esquemas do sujeito, baseado naquilo que ele já sabe, em interação com um meio que produz dificuldades e desequilíbrios. A adaptação dos esquemas do sujeito ao meio produz novas respostas e constituem indícios de reestruturação cognitiva ou novas aprendizagens.

Para Piaget (1971-1973) a construção do conhecimento se dá de forma *endógena*, em que o aprendiz passa do estado de menor conhecimento a outro de maior conhecimento, e que está intimamente relacionado com desenvolvimento pessoal do indivíduo cujo corpo de conhecimento é variável de indivíduo para indivíduo, segundo a vivência de experiências. (OLIVEIRA, 2013, p. 83)

Fundamentada na abordagem construtivista, a Teoria das Situações Didáticas, converge com os postulados de Jean Piaget na característica referente à interação, uma vez que ambas pressupõem que a aprendizagem resulta do relacionamento do ser humano, divergindo, porém, no aspecto de como esta relação se estabelece. Guy Brousseau evidenciou as interações sociais entre professores, aluno e meio. A importância deste aspecto foi enfatizada por Almouloud (2007), uma vez que este é responsável por “criar um modelo de interação entre o aprendiz, o saber e o *milieu* (ou meio) no qual a aprendizagem deve ser desenrolar” (op. cit., p. 31). Como um contraponto a teoria de Piaget, Brousseau assume que o meio, pensado como meio didático concebido por tudo que envolve o aluno (professor, atividades, tarefas, colega, recursos, sala de aula, laboratório, etc.), não retira a intencionalidade didática do professor no planejamento do ensino. Assim, na Teoria das Situações Didáticas, o planejamento do ensino pelo professor se dá no sentido de favorecer a construção de relações de significado do aluno com o conteúdo de ensino. Estas relações e as demais relações entre aluno, professor e conteúdo no contexto educativo constituem o sistema didático, parte integrante do que foi denominado por Brousseau de contrato didático. Elemento central da Teoria das

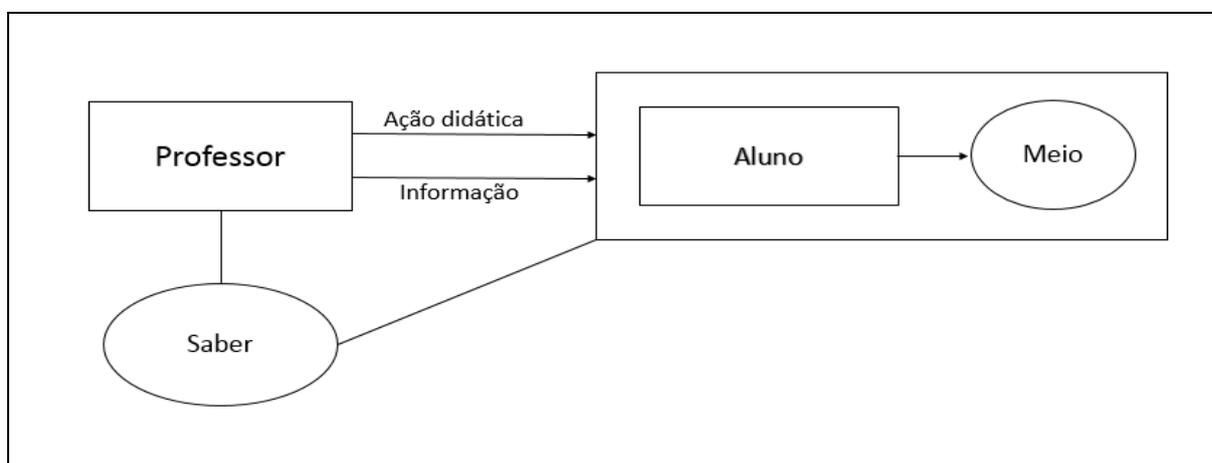
Situações Didáticas, o contrato didático, fundamenta e possibilita a elaboração das situações didáticas.

Portanto, uma situação didática é definida pelas relações que se estabelecem no meio didático entre estudantes, professor e conteúdo de ensino, reguladas pelo contrato didático entre professor e aluno (Figura 1). Envolve todas as realizações que o professor deliberadamente planejou e construiu e as expectativas de aprendizagem para o aluno. Para Brousseau “[...] reservamos o termo *situações didáticas* para os modelos que descrevem as atividades do professor e do aluno [...] é todo contexto que cerca o aluno, nele incluídos o professor e sistema educacional.” (BROSSEAU citado por FONSECA, 2012, p. 51).

Nas situações didáticas o professor tem apenas relativo controle, pois que no planejamento das situações didáticas o professor deve prever situações para as quais a responsabilidade da realização e da gestão das tarefas seja do aluno. Essas situações são chamadas por Brousseau de adidáticas. O professor deve reconhecer o elo existente entre situações didáticas e adidáticas, desenvolvendo sua aprendizagem com um olhar para a referência cultural dos estudantes. “Os conhecimentos ensinados e os saberes comunicados devem permitir que o aluno entre em todas as situações e práticas sociais não didáticas como sujeito maior, e não na qualidade de aluno.” (BROSSEAU, 2008, p. 9).

Nesse sentido, uma situação adidática é também uma situação didática preparada para que o aluno desenvolva atividades sem o controle direto do professor, responsabilizando-se pela sua realização.

Figura 1 - Situação didática



Brousseau (2008) classificou a implementação de sua teoria, denominando as situações de:

- a) Situação de ação: Quando o meio responde às ações de um sujeito com alguma regularidade, a informação resultante poderá servir de subsídio para futuras decisões, proporcionando a antecipação de respostas em futuras inferências. Uma vez que é possível ter uma ideia de como o indivíduo expõe o seu conhecimento pela observação de suas ações, ou declarações, do que ele apresenta levar em consideração, o professor poderá propor situações em que deverá mobilizar seus conhecimentos para resolução de um problema proposto. Uma situação de ação tem por princípio que os estudantes mobilizem seus saberes, tomem decisões, para resolução de uma situação prática proposta, isto é, realizem ações imediatas, que resultem em conhecimentos de natureza operacional.
- b) Situação de formulação: Segundo Brousseau (2008, p. 29), “a formulação do conhecimento está relacionada com a capacidade de “retomá-lo (reconhecê-lo, identificá-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema linguístico) ”. Necessariamente o meio onde a formulação do conhecimento se desenvolve deverá ter outro(s) sujeito(s), e envolve meios linguísticos diversos. Portanto, a comunicação das ações adotadas para solucionar um problema resolvido de forma implícita em uma situação ação (aquela onde o sujeito mobiliza seus conhecimentos) na forma explícita, caracteriza a situação formulação.
- c) Situação de validação: As situações anteriores, ação e formulação, associam processos empíricos ou culturais do estudante para garantir a “pertinência, a adequação, a adaptação ou a conveniência dos conhecimentos mobilizados” (BROSSEAU, 2008, p. 30). Nesta situação pressupõe-se que o aluno já tenha mobilizado informações necessárias para lidar com as questões propostas na situação didática. Aluno e professor fortalecem vínculos relacionados ao saber em jogo objetivando consolidar informações entre o meio e o conhecimento já consolidado. De acordo com Brousseau (op. cit., p. 61) “[...] um aluno não só deve comunicar uma informação, como também precisa afirmar que o que diz é verdadeiro dentro de um sistema determinado. Deve sustentar sua opinião ou apresentar uma demonstração” (op. cit, p. 27).
- d) Situação de institucionalização: A consistência da aprendizagem planejada para a sequência didática, utilizando a descrição de fatos já observados e de seus

possíveis vínculos com o conhecimento mobilizado, indicando em que situações estes poderão ser utilizados, possibilita a contextualização dos eventos vistos como processo de ensino, institucionalizando o conhecimento com o status de saber.

A progressão do conhecimento pode ser resultado de uma sequência de questionamentos que ocorrerem de forma espontânea, ou não, aos quais as sucessões de situações ação, formulação, validação e institucionalização podem conjugar-se para acelerar a aprendizagem. O estudante aprende imerso em um meio de contradições, dificuldades e desequilíbrios. O conhecimento consequente de sua adaptação, aparece em novas respostas, que podem ser estimuladas pelo professor ao confrontá-lo com novas situações que exigirão que o “aluno atue, fale, reflita e evolua” (BROUSSEAU, 2008, p. 32).

4.2 Aspectos da Teoria da Assimilação de David Ausubel

A proposta central da teoria de Ausubel é a de que uma informação se relaciona a uma nova informação, de forma substantiva e não arbitrária, interagindo com uma estrutura de conhecimento já previamente existente, denominado subsunçor através de um processo por ele denominado de aprendizagem significativa. O subsunçor é “um conceito, uma ideia, uma estrutura cognitiva que serve de ‘ancoradouro’ de tal forma que o novo conhecimento adquira significado para o indivíduo” (MOREIRA, 2006, p. 15). Outros conceitos, ideias, proposições poderão, então, ser aprendidos significativamente já que os subsunçores existentes são também modificados no processo durante a interação.

Não se trata simplesmente de uma influência de conceitos, mas sim de modificações significativas na estrutura cognitiva devido a presença de uma nova ideia, que através de um processo de interação com conceitos já existentes resulta na assimilação da nova informação e, simultaneamente, na modificação da aprendizagem.

As alterações consequentes das modificações resultantes do crescimento dos subsunçores, devido à influência dos novos conceitos, tem por consequência o aumento de sua capacidade de conexões a novas informações. A existência de subsunçores está essencialmente ligada as aprendizagens de cada indivíduo e estruturadas de forma organizada na mente humana, onde fundamentos mais específicos são, “integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não

literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva. ” (MOREIRA, 2006, p. 16).

Assim, a organização hierárquica dos subsunçores, conseqüente das experiências sensoriais de um indivíduo, caracteriza sua estrutura cognitiva.

Opondo-se à aprendizagem significativa, Ausubel conceitua como “aprendizagem mecânica” aquela em que as informações não interagem com conceitos importantes já pré-existentes na estrutura cognitiva, isto é, inexistente a ligação com conceitos subsunçores. A nova informação desta forma não contribuirá de forma significativa para a aprendizagem.

4.2.1 Características básicas da Aprendizagem Significativa

Novos significados são adquiridos em resposta às proposições potencialmente significativas que se relacionam e se incorporam a estrutura cognitiva do indivíduo de forma não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2002, p. 82).

A característica de não-arbitrariedade está relacionada a conexão do material potencialmente significativo com conhecimentos previamente existente na estrutura cognitiva de forma específica, isto é, com os subsunçores. Esta interação integradora (AUSUBEL, 2002, p. 83) depende, portanto, da existência de situações significativas de aprendizagem nos estudantes e de materiais potencialmente significativos.

A incorporação de novos conhecimentos à estrutura cognitiva é realizada substancialmente, ou seja, somente a substância das novas proposições é assimilada de forma não literal. Assim, o mesmo conceito poderá ser expresso de formas diferentes e não precisamente como foi referido.

Portanto, em essência, o processo de aprendizagem significativa está no relacionamento não arbitrário e não literal de conceitos simbolicamente expressos através de materiais potencialmente significativos com os subsunçores.

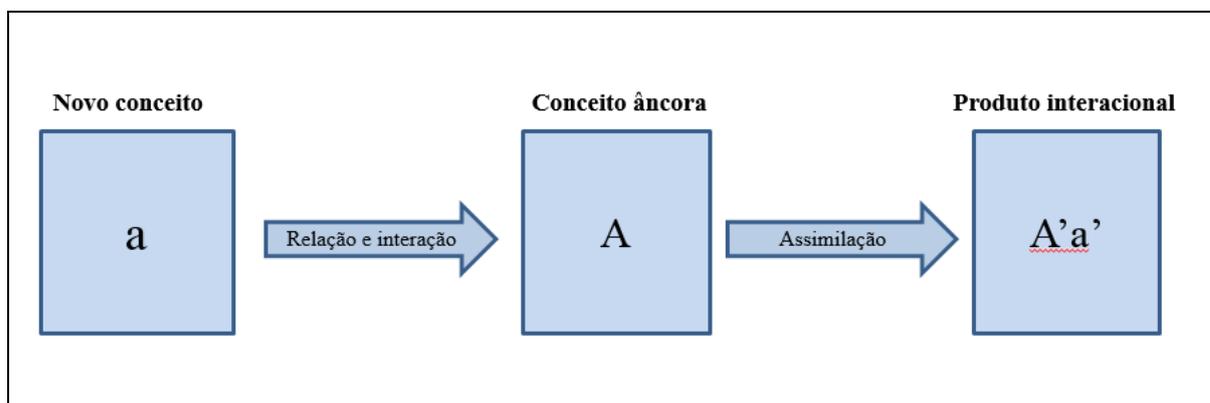
Porém existem casos onde os estudantes não possuem subsunçores em sua estrutura cognitiva que possibilitem a aprendizagem significativa. Neste caso, Ausubel indica a utilização de organizadores prévios, que são materiais com nível de abstração mais altos, preparados com a finalidade de estabelecer ideias na estrutura cognitiva do estudante que propicie a aprendizagem significativa. Como exemplos pode-se citar textos, softwares ou filmes relacionados ao tema em estudo.

4.2.2 Assimilação

O processo de aquisição e organização dos significados na estrutura cognitiva foi introduzido por Ausubel na teoria da assimilação. Para Ausubel a assimilação resultante da interação entre um novo material e a estrutura cognitiva já existente resultam em novos significados e a relação entre ideias-âncoras e assimiladas permanece na estrutura cognitiva. A Figura 2 apresenta o princípio da assimilação de forma esquemática.

Através do *princípio da assimilação* um novo conceito a , por intermédio da relação e da interação com um conceito âncora A , previamente já estabelecido na estrutura cognitiva, é assimilado, ocorrendo durante o processo a alteração de ambos conceitos para uma forma de produto interativo $A'a'$. Pressupõe-se que o produto interacional $A'a'$ estabelecido na estrutura cognitiva seja maior e mais complexo, “que constitui um novo significado para o estudante” (AUSUBEL, 2002, p. 171), formado por um novo conceito a' composto à um novo conceito âncora A' derivado da interação entre os conceitos originais.

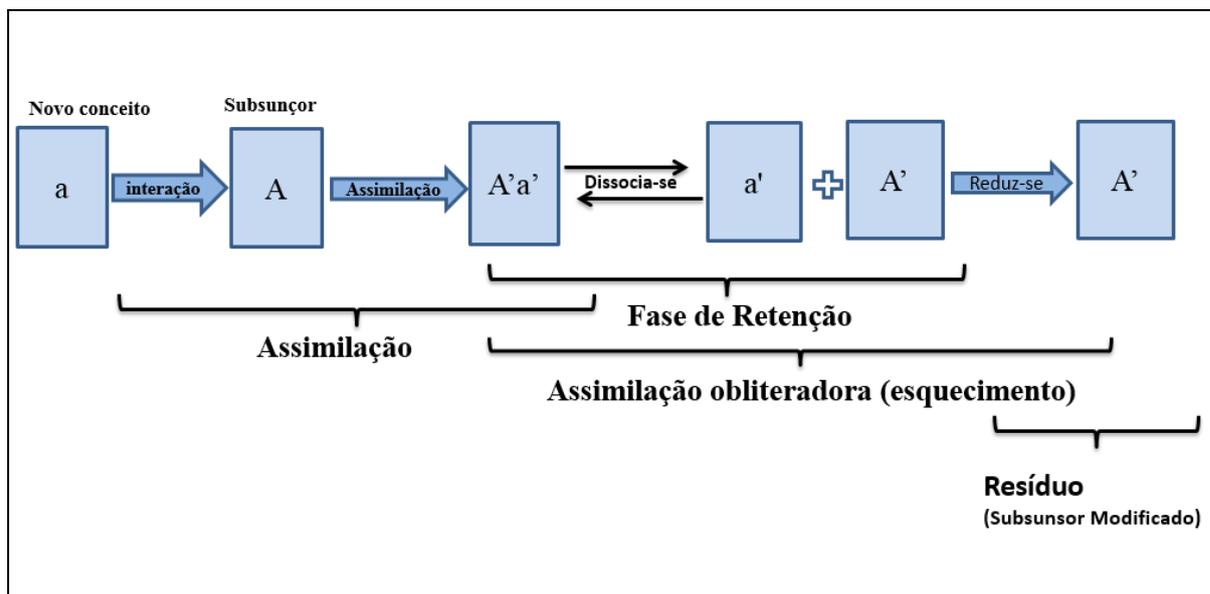
Figura 2 - Princípio da assimilação de acordo com Ausubel



Fonte: Ausubel (2002, p. 169)

Na fase da retenção, o produto $A'a'$ se dissocia nos novos conceitos a' e A' . Tais processos estão ilustrados na Figura 3.

Figura 3 - Princípio da assimilação de acordo com Ausubel com a fase obliteradora



Fonte: Moreira (2006, p. 31)

Porém, a relevância dos processos de assimilação não se reduz a aquisição e retenção de significados, mas envolvem também um mecanismo de esquecimento subjacente, uma vez que o significado de novos conceitos, no decorrer do tempo, tende a ser assimilado por novas ideias estabelecidas. Neste estágio, o novo conhecimento torna-se progressivamente dissociável na estrutura cognitiva que é a fase da assimilação obliteradora (esquecimento). Ao atingir um estágio onde os subsunçores podem não ser mais reproduzíveis individualmente, o produto interacional $A'a'$ reduz-se a A' . (Figura 3). Segundo Ausubel (2002, p. 171), “[...] a medida que processo de assimilação continua a decorrer, os significados de conceitos ou proposições componentes podem já não ser dissociáveis (recuperáveis) das respectivas ideias ancoradas, afirmando-se ter ocorrido uma assimilação obliterante ou um esquecimento significativo [...]”. O esquecimento é visto por Ausubel como uma “continuação temporal, natural, do mesmo processo de assimilação, o qual facilita a aprendizagem e a retenção significativa das informações” (MOREIRA, 2006, p. 39).

4.2.3 Formas de Aprendizagem Significativa – Teoria da Assimilação

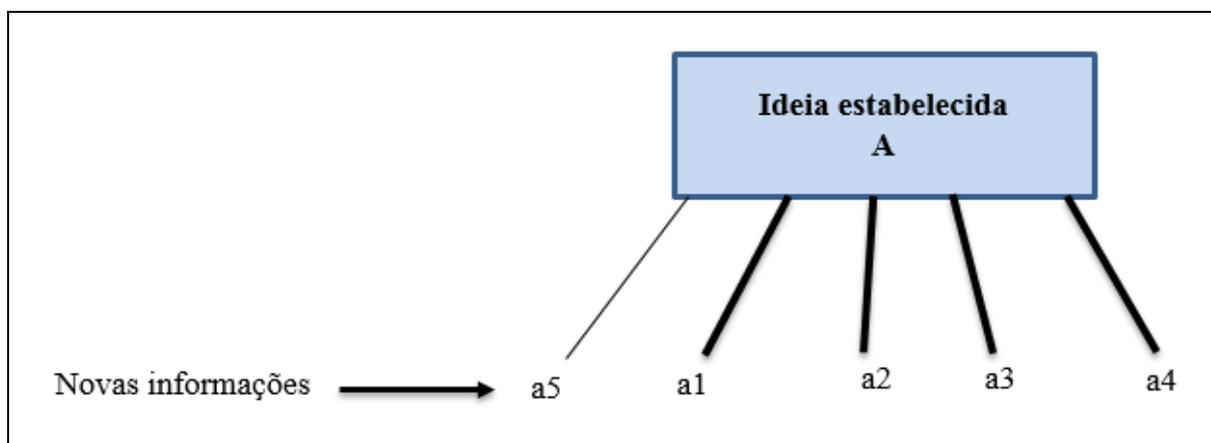
4.2.3.1 Aprendizagem subordinada

A interação de novas informações com subsunçores revela uma subordinação do novo conceito à estrutura cognitiva já existente, a qual se estrutura hierarquicamente em “relação ao nível de abstração, generalidade e inclusividade de ideias” (MOREIRA, 2006 p. 33). A esta forma de aprendizagem significativa dá-se o nome de *subordinada*, que de acordo com o tipo de subsunção divide-se em *derivativa* e *correlativa*.

4.2.3.2 Subsunção derivativa

Ocorre quando o material é um exemplo específico, ou apenas uma ilustração, de um conceito já existente na estrutura cognitiva. Neste caso, a compreensão surge rapidamente já que é derivada de um conhecimento já aprendido. Porém, os significados adquiridos desta forma podem sofrer os efeitos da assimilação obliteradora. A Figura 4 ilustra o processo da aprendizagem subordinada derivativa, em que novas informações derivam, de forma subordinada, de ideias mais inclusivas.

Figura 4 - Aprendizagem subordinada: subsunção derivativa



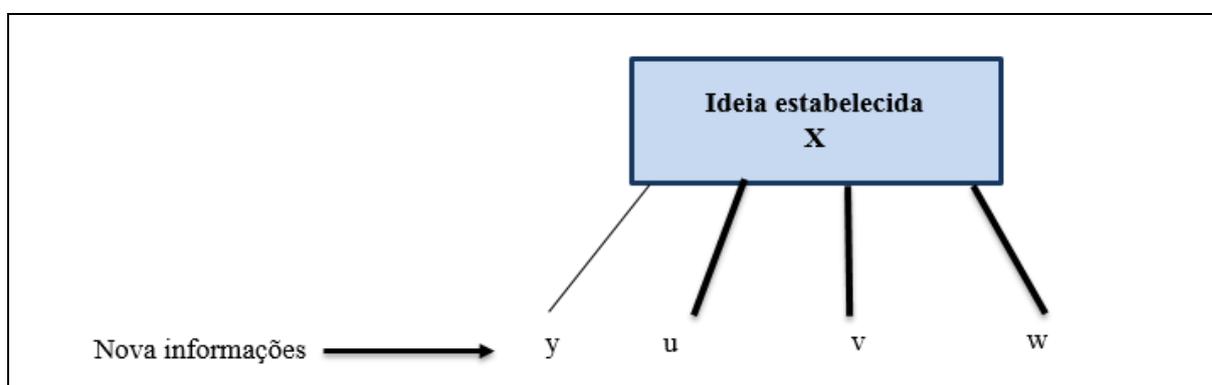
Fonte: Ausubel (2002, p. 177)

Para Ausubel “Na subsunção derivativa, a nova informação a5 está ligada a ideia subordinante A e representa outro caso ou extensão de A. Os atributos de critérios do conceito A não se encontram alterados, mas reconhecem-se nos novos exemplos como relevantes.” (AUSUBEL, 2002, p. 177).

4.2.3.3 Subsunção correlativa

Neste caso o material é uma “extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições aprendidas” (MOREIRA, 2006, p. 33), e interage com subsunçores mais inclusos, e o seu significado não pode ser representado completamente pelos subsunçores. É o processo típico da aprendizagem. A Figura 5 ilustra o processo de subordinação correlativa.

Figura 5 - Aprendizagem subordinada: subsunção correlativa



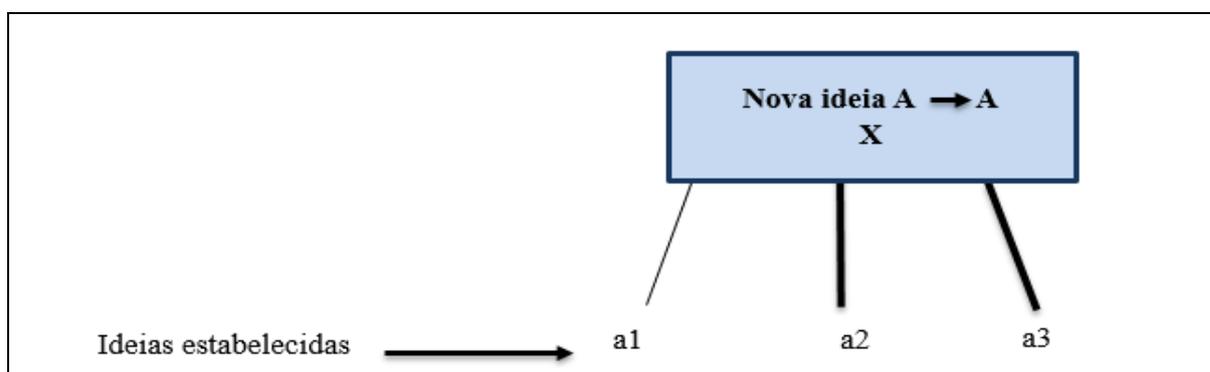
Fonte: Ausubel (2002, p. 177)

De acordo com Ausubel (2002, p. 177) “A nova informação *y* está ligada a ideia *X*, mas é uma extensão, alteração ou qualificação de *X*. Os atributos de critério do conceito de subsunção podem alargar-se ou alterar-se com a nova subsunção correlativa.”

4.2.3.4 Aprendizagem superordenada ou subordinante

Esta forma de aprendizagem ocorre quando uma proposição potencialmente significativa mais geral que conceitos relacionados já estabelecidos na estrutura cognitiva passa assimilá-los, gerando uma nova proposição superordenada que abrange os conceitos originais e os novos atributos. Assim, subsunçores já existentes interagindo com os novos conceitos poderão originar novos subsunçores mais abrangentes, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Aprendizagem superordenada



Fonte: Ausubel (2002, p. 177)

Segundo Ausubel (2002, p. 177) “na aprendizagem subordinante, as ideias estabelecidas *a1*, *a2*, e *a3*, reconhecem-se com exemplos mais específicos da nova ideia *A* e tornam-se ligadas a *A*. A ideia subordinante *A* define-se como um novo conjunto de atributos de critérios que acompanham as ideias subordinadas”.

4.2.3.5 Aprendizagem combinatória

Aqui não há relação de subordinação ou superordenação a conceitos específicos, mas sim com conteúdo mais amplos, nem mais nem menos inclusos, como ilustrado na Figura 7. A nova proposição não é capaz de ser assimilada por outras proposições ou de assimilar, originando significados combinados, isto é, uma aprendizagem combinatória.

Figura 7 - Aprendizagem combinatória



Fonte: Ausubel (2002, p. 177)

Na aprendizagem combinatória a nova ideia *A* não é mais específica ou inclusiva que as ideias *B*, *C* e *D*, existindo apenas uma relação com alguns atributos das ideias pré-existentes.

Quando um conceito *A* aprendido por subordinação interage com subsunçores, ambos se modificam, levando a diferenciação progressiva do subsunçor. Este processo ocorre mais frequentemente na aprendizagem subordinada correlativa, pois nesta situação os subsunçores estão constantemente mudando e adquirindo novos significados, isto é, estão sendo progressivamente diferenciados. Na aprendizagem superordenada ou na combinatória, novas ideias podem ser reconhecidas como relacionadas a subsunçores já existente, resultando em uma reorganização da estrutura cognitiva do estudante que adquire novos significados. Ausubel denominou esta recombinação de reconciliação integrativa.

5 Organização da sequência de ensino

Para a organização do conteúdo introdutório de cinemática, levou-se em conta que o estudo deste conteúdo no ensino fundamental envolve os conceitos de velocidade e aceleração como conceitos fundamentais para o estudo da mecânica na 1ª série do ensino médio.

Na estrutura conceitual da cinemática da partícula, a descrição de um corpo é feita de maneira simplificada, cuja representação é feita por um ponto material, ou partícula, que concentra toda a sua massa, desde que suas dimensões sejam muito menores do que as dimensões do sistema, desconsiderando, portanto, sua extensão. O modelo de cinemática da partícula permite a descrição do movimento da partícula em termos de conceitos tais como massa, inércia, tempo, direção, sentido, posição, deslocamento, espaço ou distância, trajetória, referencial, sistema de coordenadas cartesianas ou plano cartesiano, que ancoram os conceitos de velocidade e aceleração da partícula. Nesse modelo, o corpo é descrito como uma partícula ou ponto material, cuja descrição é feita conhecendo-se as posições que ela ocupa ao longo de sua trajetória em cada instante de tempo. A posição da partícula é descrita por coordenadas em relação a uma origem em um referencial. A distância que a partícula percorre entre duas posições de sua trajetória pode ser conhecida, bem como o seu deslocamento. Na aproximação de partícula, é apenas considerado o movimento translacional do corpo, por não ser considerada sua extensão, de modo que o modelo de partícula não dá conta de movimentos de giro ou de vibração do corpo. Estes conceitos, e outros conceitos em cinemática, estão apresentados em vários materiais didáticos, por exemplo, Palandi et. al. (2010).

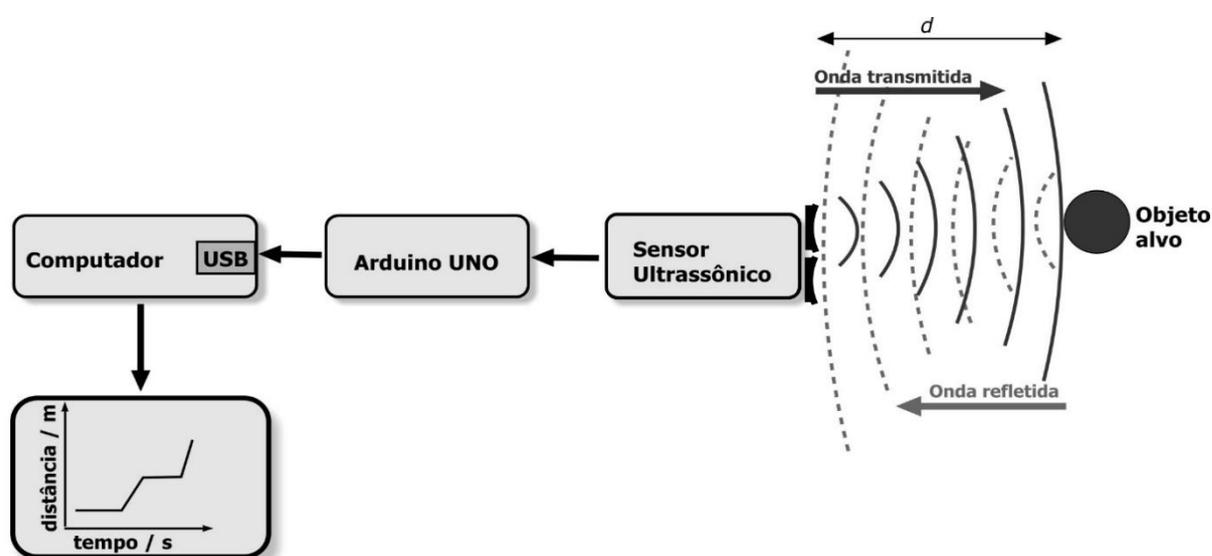
Optou-se por uma organização sequencial de conceitos, no formato de uma sequência de ensino. Os conceitos-chave da sequência são velocidade e aceleração. Em uma organização sequencial, os conceitos de velocidade e aceleração são ancorados em conceitos tais como espaço ou distância, posição, deslocamento, referencial, sistema de coordenadas cartesianas ou plano cartesiano, tempo e intervalo de tempo, trajetória, ponto material ou partícula, massa, inércia, direção, sentido, posição e movimento relativo. Esse processo de ancoragem, segundo a Teoria da Assimilação de David Ausubel (2002), caracteriza-se como um processo de aprendizagem superordenada segundo o qual os novos conceitos (no caso, velocidade e aceleração) são ancorados em conceitos subjacentes (no caso, posição,

distância, deslocamento, tempo, etc.) e hierarquicamente mais inclusos, ou mais gerais, na estrutura conceitual do aprendiz.

6 Sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino

Como sistema de aquisição automática de dados sugere-se utilizar um sensor sonar com a plataforma Arduino¹, que faz parte da concepção das situações adidáticas e recurso estratégico para operacionalizar as situações de ação, formulação e validação no estudo do MRU e MRUV. A Figura 8 mostra um esquema do sistema utilizado, que envolve o uso de um módulo sensor sonar ultrassônico modelo HC-SR04 (ELECTFREACKS, 2015), uma placa Arduino UNO (ARDUINO, 2015) na qual é interfaceado o sensor sonar, e um computador com uma interface USB² que é utilizada para receber os dados digitalizados de distância entre o sensor sonar e um alvo a sua frente.

Figura 8 - Diagrama esquemático do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino, adaptado de Rocha e Guadagnini (2010)



Fonte: Construção do autor

As medidas de distância, d , necessárias no estudo prático do MRU e MRUV, podem ser obtidas com o uso deste sistema. Para isso, direciona-se o sensor sonar,

¹ Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseado em hardware e software de fácil utilização. É destinada para criação e manipulação de projetos interativos. (ARDUINO, 2015)

² USB é a sigla em inglês de *universal serial bus* e serve para conexão com aparelhos ou placas que enviam e recebem informações de computadores.

cuja fonte de ultrassom é interna ao sensor, para um objeto alvo cuja distância entre a fonte (sensor) e o alvo se quer medir (qualquer ponto na sala de aula, ou mesmo um aluno, dentro de uma distância de aproximadamente 3 m). Ultrassom são ondas acústicas longitudinais com frequências superiores a 20 kHz que se propagam em um meio material, associadas a vibrações mecânicas deste meio. Um pulso de ultrassom, ao atingir um alvo, é total ou parcialmente refletido pelo alvo sendo detectado como um eco em um receptor do tipo transdutor. Este método de medida de distância é conhecido como pulso eco. O sistema faz a medida do tempo t , desde a emissão do pulso pela fonte até a sua detecção pelo transdutor como onda acústica refletida. A partir da medida de t , e a velocidade de propagação do ultrassom no meio, v_u , a distância pode ser obtida como metade do caminho percorrido pela onda desde a sua emissão até a sua detecção pelo sensor como onda refletida (ROCHA; GUADAGNINI, 2010),

$$d = \frac{1}{2} v_u t . \quad (1)$$

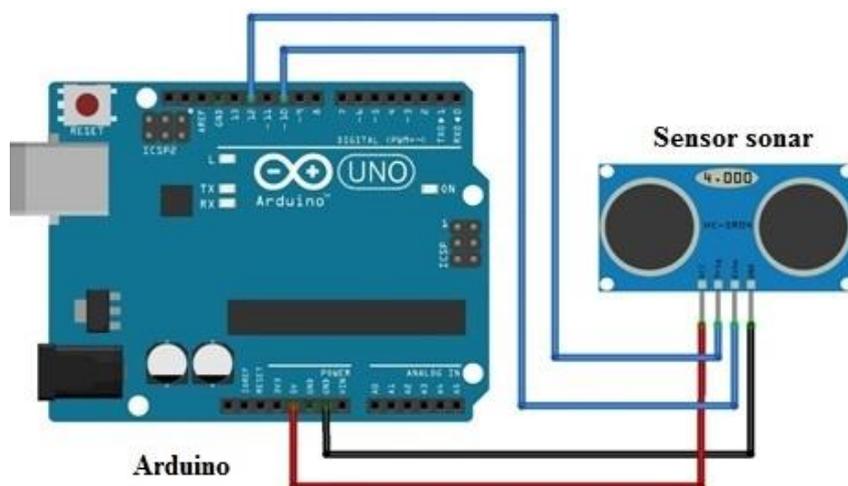
Com o uso deste sistema, é possível acompanhar as variações de distância entre o sensor sonar e o alvo em função do tempo, o que permite calcular numericamente a velocidade e aceleração de um alvo móvel (um aluno caminhando pela sala de aula, por exemplo).

A operacionalização do modulo sensor sonar ultrassônico modelo HC-SR04 (ELECTREACKS, 2015) com a placa Arduino UNO (ARDUINO, 2015) é realizada por intermédio de um *software* (ANEXO A), especificamente escrito para placas micro processadas do tipo Arduino. Este *software*, após instalado no ambiente de desenvolvimento do Arduino, possibilita a comunicação entre o sensor sonar e o computador por intermídia da placa Arduino.

Os dados de distância em função do tempo, enviados ao computador pela placa Arduino, são armazenados na memória do computador com auxílio do programa computacional *PLX-DAQ* (PARALLAX Inc., 2015) desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pela empresa PARALLAX Inc. Este programa computacional funciona como um módulo que opera em conjunto com o programa computacional de planilha eletrônica Excel (MICROSOFT Excel, 2015), e é uma ferramenta útil para viabilizar a leitura dos dados enviados pela placa Arduino via porta USB. O programa *PLX-DAQ* permite a aquisição de dados, em tempo real, e a inserção dos dados numéricos em

planilhas do Excel, proporcionando a elaboração de gráficos, em tempo real, da grandeza física que se esteja medindo (em nosso caso distância) em função do tempo. Além disso, os dados coletados podem ser tratados e analisados posteriormente ao experimento.

Figura 9 - Esquemático elétrico para interfaceamento do sensor sonar ultrassônico HC-SR04 e a placa Arduino UNO, adaptado de Rocha e Guadagnini, 2010



Fonte: Construção do autor

7 Orientações ao professor

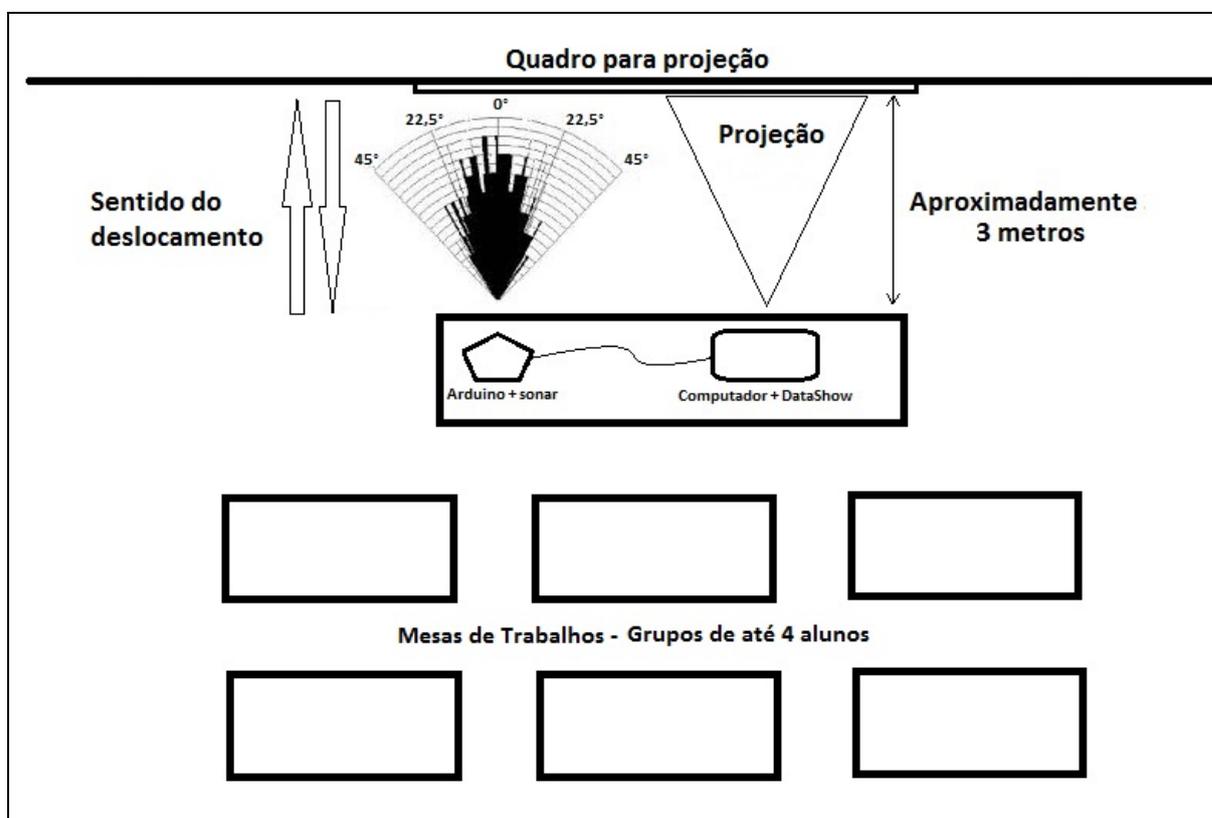
7.1 Atividade 1 - MRU

7.1.1 Preparação prévia

Nesta atividade os alunos realizam movimentos sob o alcance de um sonar controlado por uma placa micro processada, sendo necessária uma preparação prévia da sala de aula para a execução das tarefas. Como sugestão, para captura do movimento pelo sonar, indicamos a placa micro processada do tipo Arduino e o sonar modelo HC-SR04.

7.1.2 Posicionamento do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino – MRU

Figura 10 - Possibilidade de organização da sala de aula para a realização de atividades com uso do sensor sonar



Fonte: Construção do autor

A Figura 10 apresenta uma possível organização da sala de aula para o estudo do MRU com o uso do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar.

É recomendável que o posicionamento do conjunto Arduino com sonar e Computador (Figura 10) fique em local onde os alunos possam visualizar os dados exibidos no Datashow mais facilmente. É sugerido, pelo fabricante do sonar, uma distância não superior a 3 metros. O sonar deverá ficar direcionado para um local paralelo às projeções das imagens, posicionado de tal forma que a captura dos movimentos não interfira na visualização dos gráficos gerados. Esta colocação permitirá, ainda, a simultaneidade da percepção entre o movimento e a geração de gráficos, facilitando o entendimento da relação entre o deslocamento efetuado e o gráfico representativo do movimento produzido pelo software.

7.1.3 Captura dos Movimentos

A leitura do sonar deverá ser realizada quando o movimento for realizado no sentido de afastamento, ou aproximação, do sensor, orientada segundo uma linha que forma um ângulo de 90° com a frente do sonar. Sugere-se a marcação de uma linha no chão da sala indicando a direção apropriada, respeitando o alcance máximo do sensor. Durante a captura dos movimentos o professor deverá operar o computador para que o intervalo de tempo da leitura fique aproximadamente igual ao da captura do movimento, evitando o aparecimento no gráfico de linhas que representam ausência de movimentos.

Para a leitura de medidas de distância utilizando o sensor sonar, alguns cuidados devem ser tomados para evitar dados inapropriados.

Quando realizamos medidas com sensores tipo sonar, é importante tomar o cuidado com reflexões espúrias que podem atrapalhar. Portanto, retire objetos que estejam próximos à trajetória prevista para o alvo evitando assim que a onda reflita em tais obstáculos e seja percebida indevidamente pelo sonar. Isto acontece até mesmo com móveis ou cadeiras colocadas próximas ao 'set' experimental. [...] É importante cuidar também as fontes indesejáveis de ultrassom no ambiente e que trabalham no mesmo intervalo de frequência. Incluímos aí motores, trilhos de ar para experiências de cinemática, computadores e monitores. (ROCHA, 2010, p. 311)

Sugere-se, também, utilizar superfícies refletoras regulares, para evitar a detecção de medidas errôneas pelo sonar. Na obtenção de dados em sala de aula, caso ocorram medidas não condizentes com o esperado, o estudante ao realizar o movimento, poderá segurar com as mãos qualquer objeto que tenha uma superfície lisa com dimensões de aproximadamente 1m x 1 m, posicionado entre o sonar e o estudante.

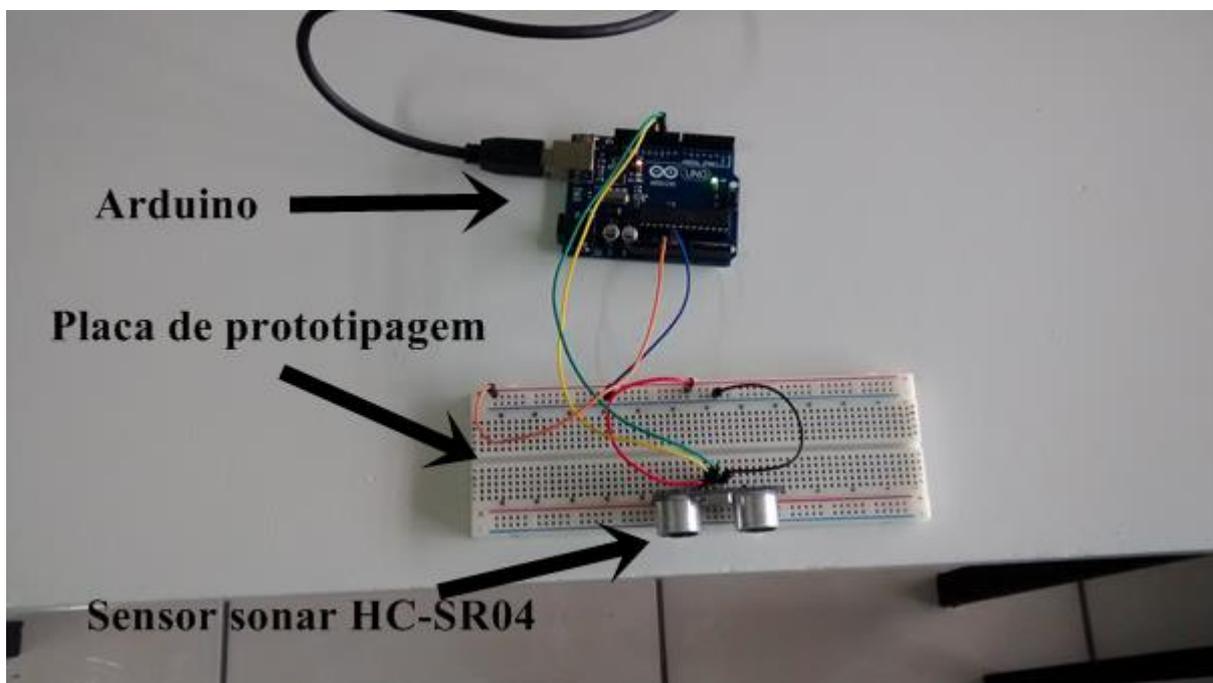
A Figura 11 mostra uma sugestão para disposição do sistema de captura de dados composto de computador, Arduino, sensor sonar e de um projetor (*datashow*), responsável pela projeção simultânea dos movimentos realizados pelos estudantes ao alcance do sonar. A Figura 12 exhibe em detalhes a conexão entre o Arduino e o sensor sonar acoplado a uma placa de prototipagem, utilizada para ligação, por intermédio de *jampers*, à placa micro processada. Na Figura 13 os equipamentos destacados na Figura 11 são apresentados sob outro ângulo, mostrando a distância e o sentido dos movimentos que serão realizados pelos alunos.

Figura 11 - Disposição do sistema de aquisição automática de dados para as atividades de MRU



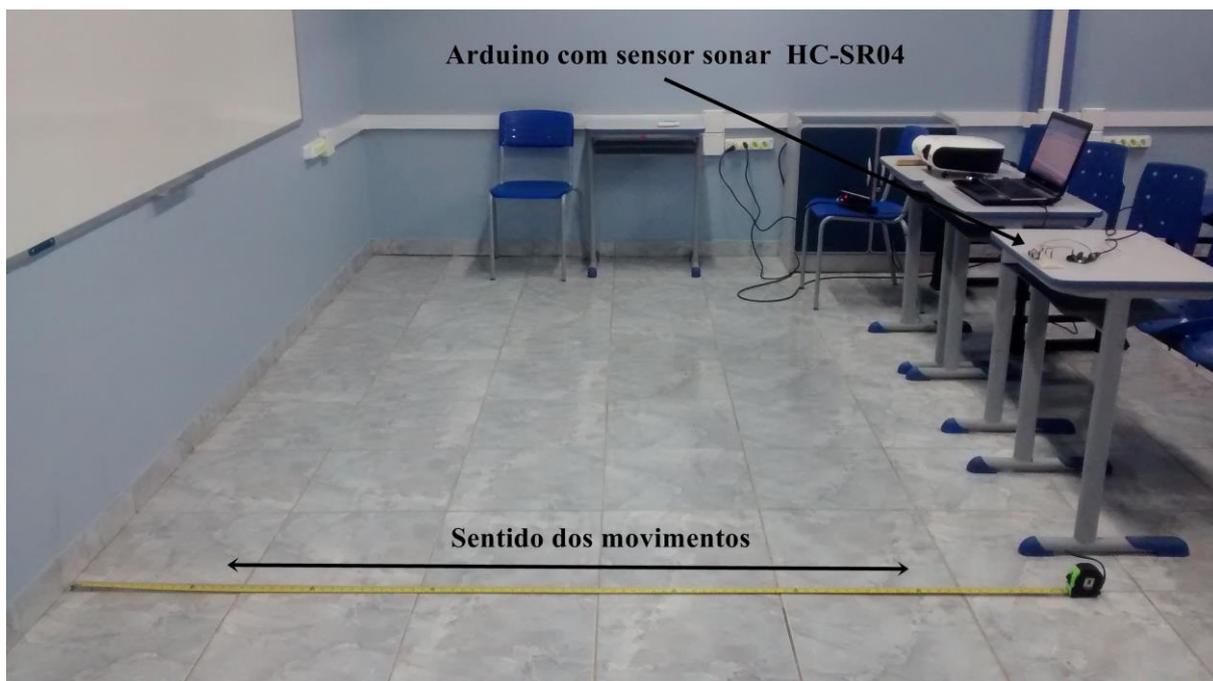
Fonte: Foto do autor

Figura 12 - Placa micro processada do tipo Arduino UNO com sensor sonar (HC-SR04) utilizados na Atividade 1 (MRU)



Fonte: Foto do autor

Figura 13 - Indicação da direção dos movimentos realizados pelos estudantes durante as atividades, balizados pela fita métrica amarela sobre o piso da sala de aula



Fonte: Foto do autor

Durante a realização dos movimentos os estudantes se deslocam, sob o alcance sistema de aquisição automática de dados, no sentido dos movimentos exibidos na Figura 13. Simultaneamente a captura dos movimentos o *datashow* projeta a representação gráfica da ação do estudante, exemplificada na sequência de imagens da Figura 14.

Figura 14 - Sequência de imagens do movimento por um estudante simultaneamente à exibição de sua representação gráfica



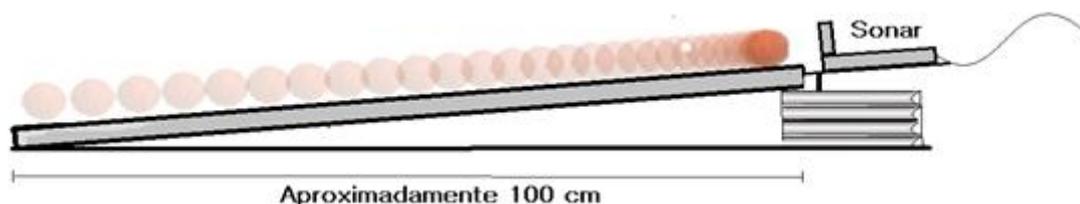
Fonte: Foto do autor

7.2 Atividade 2 – MRUV

7.2.1 Preparação prévia

Nesta atividade os alunos realizam movimentos utilizando um trilho inclinado e uma bolinha de borracha com dimensões semelhantes à uma bola de tênis sob o alcance de um sonar controlado por uma placa micro processada, sendo necessária uma preparação prévia da sala de aula para a execução das tarefas. Indicamos para captura do movimento a placa micro processada do tipo Arduino e o sonar modelo HC-SR04.

Figura 15 - Esquema da rampa com Arduino com sensor sonar

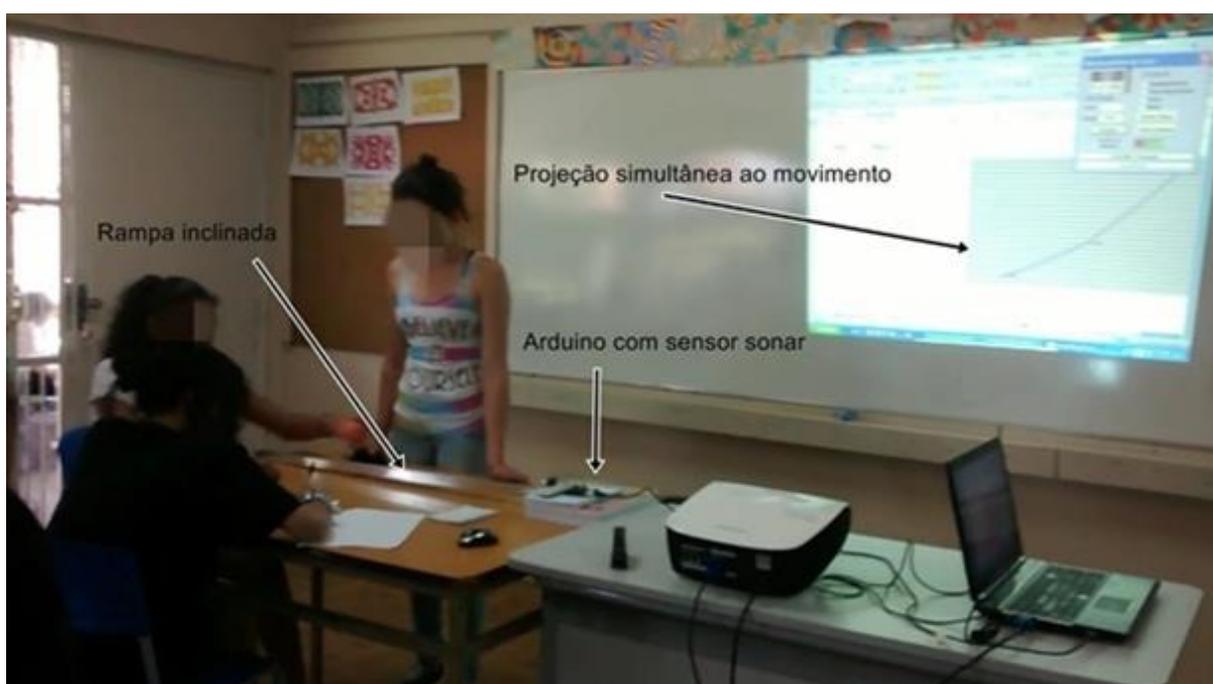


Fonte: Foto do autor

7.2.2 Posicionamento do sistema de aquisição automática de dados com sensor sonar e plataforma Arduino - MRUV

Sugere-se para posicionamento do conjunto Arduino e sonar a parte superior da rampa inclinada, direcionado para o sentido do movimento, de cima para baixo. O conjunto computador e datashow deverá ficar em uma posição que facilite a cópia, por um dos integrantes do grupo, dos dados obtidos simultaneamente à execução do movimento. A Figura 16, ilustra a situação sugerida e a Figura 17 mostra com mais detalhes o posicionamento do conjunto Arduino e sensor sonar para esta atividade didática.

Figura 16 - Visão geral do posicionamento dos recursos didáticos para o desenvolvimento da Atividade 2 referente ao MRUV



Fonte: Foto do autor

Figura 17 - Posicionamento do conjunto Arduino e sonar para Atividade 2 referente ao MRUV



Fonte: Foto do autor

7.2.3 Captura dos Movimentos - Rampa inclinada

Para este movimento é recomendável a utilização de uma bolinha de borracha com dimensões semelhantes a uma bola de tênis. A leitura do sonar será realizada após o início do movimento de descida da bolinha na rampa inclinada. Como o software, que trata os dados capturados no Excel, demora alguns segundos para começar a receber os dados obtidos por intermédio do sensor sonar e a extensão da rampa utilizada é de 1,0m a 1,5m, o número de leituras do sonar poderá ser pequeno. Para evitar erros durante a leitura dos dados, sugere-se que a bolinha seja solta, não empurrada, na parte superior da rampa, isto é, sua velocidade inicial deverá ser zero, e que o movimento seja realizado somente após o operador do computador (geralmente o professor) avisar. Assim, com velocidade crescente, partindo do repouso, o movimento da bolinha será registrado pelo sensor sonar e transmitido para o computador/Excel que simultaneamente exibirá as tabelas com os valores de tempo, posição e velocidade e plotará os gráficos posição x tempo, velocidade x tempo e aceleração x tempo, e que serão copiados para o guia de atividades pelos estudantes participantes. Sugerimos aqui, de forma semelhante a atividade anterior, se tome

cuidado referente a reflexões espúrias. A Figura 18 mostra, em sequência, três instantes de uma situação ação com o deslocamento da bolinha ao descer a rampa inclinada.

Figura 18 - Sequência de três momentos da situação ação da trajetória da bolinha descendo a rampa inclinada



Fonte: Foto do autor

8 Desenvolvimento das atividades

8.1 Instruções gerais

- Inicie a aula apresentando os objetivos da atividade e a dinâmica da atividade.

Professor: Estabeleça um diálogo permanente com os alunos a respeito das noções estudadas. Motive-os a se manifestar expondo suas dúvidas relacionadas às atividades desenvolvidas. Procure não fornecer respostas diretas. Desafie os alunos a encontrá-las, durante, ou após, as tarefas práticas propostas. Não despreze os conhecimentos prévios, mesmo que errados, manifestados pelos estudantes. Utilize estes saberes para conduzi-lo à construção de novos conceitos.

- Ressalte a importância da observação e do registro das atividades.
- Destaque a valorização do empenho de cada estudante durante o desenvolvimento das atividades planejadas, de suas atitudes em sala de aula, das respostas às tarefas propostas e de como estes itens contribuirão para a avaliação.
- Enfatize a importância da conservação dos materiais que serão utilizados nos experimentos.
- Estabeleça algumas regras relacionadas ao comportamento dos alunos no momento da execução das atividades.

Importante: A geração de movimentos sob o alcance do sensor sonar exigirá que o professor opere o programa de leitura de dados, portanto, algumas orientações para as ações dos estudantes se tornam necessárias:

- Como o sensor sonar demora alguns segundos para fazer a primeira leitura, informe aos estudantes que irão realizar os movimentos que aguardem um indicativo para início de sua execução.
- Após finalizado o movimento, solicite ao estudante que permaneça parado até que o professor desabilite a leitura do sonar evitando, dessa forma, leituras espúrias do sonar.
- Na Atividade 1 explique que a velocidade do movimento realizado, sob o alcance do sonar, deverá ser constante e lenta, ou muito lenta. Como o espaço é de aproximadamente 3 metros e a leitura do sonar é realizada uma vez a cada segundo, uma rapidez menor proporcionará maior quantidade de leituras do sonar e conseqüentemente um gráfico com melhor precisão.
- Na Atividade 2 esclareça que a bolinha não deverá ser empurrada no início do movimento da rampa inclinada, mas sim solta. Assim, como na

Atividade 1, uma menor rapidez no início do movimento possibilitará uma maior quantidade de leituras do sonar.

Importante: *Explique aos estudantes que, se necessário, os movimentos poderão ser realizados diversas vezes, sendo esta uma característica do processo experimental e não um erro.*

- Durante o desenvolvimento das atividades as situações didáticas serão balizadas por indicadores que servirão para sinalizar a forma de participação dos alunos. A Figura 19, integrante dos guias de atividades 1 e 2, contém os ícones indicativos da condução das atividades pelos estudantes.

Figura 19 - Indicadores da forma de participação dos estudantes nas situações didáticas

	Indica trabalho desenvolvido em grupo.
	Indica resposta ou tarefa individual.

Fonte: Guia de atividades 1 e 2

8.2 Atividade 1

8.2.1 Início das atividades

- Inicie a aula apresentando os objetivos e a dinâmica que será adotada nas atividades práticas, destacando a importância da observação e registro dos eventos.
- Solicite aos alunos que se reúnam em grupos de no máximo 4 componentes.
- Recapitule os conceitos de referencial, movimento, repouso, espaço, trajetória, ponto material e intervalo de tempo.
- Entregue o material instrucional impresso (Atividade 1) com orientações para confecção dos trabalhos, lendo as instruções para todos antes do preenchimento.
- Saliente que a distância percorrida e o tempo inicial e final do movimento deverão ser informados em metros e segundos respectivamente, e que o cálculo da razão entre a distância percorrida pelo correspondente intervalo de tempo deverá ser

realizado, pelos alunos dos grupos, individualmente, conforme instruções constantes no material instrucional recebido.

- Enfatize a importância da participação de todos dos componentes de cada grupo na resolução das tarefas propostas.

8.2.2 Executando movimentos

- Solicite para que cada grupo selecione um componente para realizar os movimentos ao alcance do sensor sonar, conforme indicado no Guia de Atividades 1. Os demais componentes do grupo deverão registrar os movimentos realizados, tabelas e gráficos resultantes (utilizando lápis e papel e/ou celulares).
- Utilize o computador para gravar o resultado dos movimentos dos grupos. Lembre-se que a cada reinicialização da planilha, para novas leituras, os dados obtidos são perdidos. Mesmo que os alunos já tenham registrado em imagens, ou no papel, é importante que o professor mantenha um registro próprio que poderá servir para futuras discussões, análises e avaliação do trabalho dos grupos.
- Verifique o correto preenchimento do Guia de Atividades 1.

8.2.3 Atividade para ensino de MRU

8.2.3.1 Descrição geral da atividade para ensino de MRU

Quadro 1 - Descrição da atividade de ensino de MRU

Descrição	Movimentos (rápidos e lentos) de vai-e-vem de uma pessoa (aluno).
Conteúdo da Atividade	MRU (Movimento Retilíneo Uniforme).
Tempo Previsto	10 horas-aula (50 min cada).

Fonte: Construção do autor

8.2.3.2 Recursos

- a) Computador;
- b) Placa micro processada do tipo Arduino;

- c) Sensor de distância (sonar);
- d) Placa de prototipagem (*proto-board*);
- e) 5 *Jumpers*³;
- f) Interface de aquisição de dados;
- g) Planilha eletrônica com software para aquisição de dados;
- h) Projetor multimídia (*datashow*);
- i) Celulares;
- j) Lousa e caneta;
- k) Livros didáticos;
- l) Guia de atividades do aluno.

8.2.3.3 Objetivos de ensino

- a) Introduzir os conceitos de espaço percorrido, distância percorrida, posição, tempo físico, referencial e intervalo de tempo, com suas respectivas unidades de medida;
- b) Levar o aluno a estabelecer a relação de equivalência entre esses conceitos com suas respectivas grandezas através de gráficos, símbolos das grandezas e unidades de medida;
- c) Introduzir o aluno no conceito de velocidade escalar média através de uma relação entre as grandezas tempo e distância;
- d) Levar o aluno a construir a noção de modelo físico para o movimento compassado;
- e) Propor situações-problema de lápis papel

8.2.3.4 Objetivos de Aprendizagem

- a) Objetivo A1.1: Entender representações gráficas de movimentos retilíneos, interpretando os movimentos realizados na sala de aula como fatos, ou eventos, que podem ser representados como esquemas gráficos gerados.
- b) Objetivo A1.2: Entender a relação entre distância percorrida em um certo intervalo de tempo como rapidez ou velocidade escalar média, interpretando e classificando

³ *Jumper* é uma ligação móvel entre dois pontos de um circuito eletrônico. É, geralmente, uma pequena peça isolada com metal condutivo dentro de seu interior, responsável pela condução de eletricidade em *proto-boards*. Os *jumpers* são responsáveis por desviar, ligar ou desligar o fluxo elétrico permitindo configurações específicas entre o Arduino e o sonar.

os movimentos em rápidos e lentos, avaliando e concluindo sobre resultados obtidos.

- c) Objetivo A1.3: Criar movimentos ainda não realizados na atividade, planejando-os e executando-os a partir da interpretação gráfica, selecionando e julgando quais deles são realizados à velocidade constante a partir de critérios estabelecidos.
- d) Objetivo A1.4: Entender a importância de tempo físico interpretando-o como uma grandeza fundamental para o estudo de fenômenos físicos relacionados a movimentos.
- e) Objetivo A1.5: Aplicar os conhecimentos adquiridos, resolvendo situações-problema de lápis-papel.

8.2.3.5 Desenvolvimento

O professor junto com a turma desenvolve o estudo de tempo físico, distância entre dois pontos no espaço e referencial, por intermédio de movimentos rápidos e lentos de vaivém realizados pelos estudantes no espaço da sala de aula sob o alcance de um sensor sonar. A partir de dados de posição e tempo, obtidos pelo sensor, elaboram-se gráficos com o recurso de uma planilha eletrônica. Ao longo da atividade será mantido permanente diálogo com a turma, tendo como referência inicial a noção de tempo social, que os estudantes já trazem, e a diferença deste com tempo físico. Espera-se que a relação entre estes conceitos possibilite que o aluno construa o conhecimento de velocidade.

Professor:

- *Destaque a utilização das unidades de medidas, apresentando e exemplificando outras unidades utilizadas para medida de espaço e tempo. Escreva nos eixos dos gráficos, que serão utilizados como exemplo, as grandezas físicas adotadas.*
- *A distância percorrida e o tempo inicial e final do movimento deverão ser informados em metros e segundos, respectivamente. O cálculo da razão entre a distância percorrida pelo correspondente intervalo de tempo deverá ser realizado pelos alunos individualmente no material instrucional recebido.*
- *Durante a realização dos movimentos utilize o computador conectado ao Arduino para gravar os gráficos gerados pelos grupos, identificando os arquivos com o número do grupo escolhido pelos estudantes.*

- *No final da atividade reveja todas as definições e conclusões obtidas e recolha o material instrucional de todos os grupos para verificação.*

8.2.3.6 Tarefas

Tarefa 1: Aprendendo a elaborar gráficos em papel milimetrado utilizando dados de posição X tempo obtidos com planilha eletrônica e sensor sonar

Solicitar a colaboração de um aluno para andar compassadamente, procurando manter uma rapidez constante e lenta, entre dois pontos da sala de aula previamente marcados em movimento de afastamento, e ao alcance do sensor sonar, para levantamento de medidas de tempos e distâncias. Os dados obtidos em planilha eletrônica serão projetados através do *datashow* para o grande grupo. A seguir, a turma de estudantes, utilizando papel milimetrado constante no guia didático, régua, lápis e os dados anotados de posição por tempo, desenham gráficos representativos dos movimentos realizados. Durante a execução desta tarefa o professor junto com a turma, e com apoio do quadro de giz, formaliza conceitos de distância entre dois pontos, tempo físico e referencial, estabelecendo-se correspondência entre os conceitos estudados, gráficos obtidos e o movimento realizado.

- **Professor:** *Não esqueça de avisar para o aluno que irá realizar os movimentos quando deverá ser iniciada e finalizada a ação, evitando o aparecimento nos gráficos projetados de linhas relacionadas a situação de repouso.*

Tarefa 2: Comparando representações gráficas geradas por *softwares* e obtidas a partir da criação de movimentos executados e idealizados por grupos de estudantes

Os estudantes, agora separados em grupos de trabalho, executam dois movimentos compassados com rapidez constante (um lento e outro muito lento) entre dois pontos previamente marcados e ao alcance do sensor sonar. Cada grupo esboça no guia de atividades os gráficos plotados pelo *software* e exibido pelo *datashow*, anotando as características que consideram importantes e realiza um estudo comparativo entre os gráficos obtidos nos dois movimentos (lento e muito lento).

As representações gráficas podem ser registradas em um celular com câmera de um componente do grupo para agilizar o processo.

- **Professor:** *Solicite aos alunos que identifiquem seus grupos de trabalho com um número. Utilize esta numeração como parte do nome do arquivo que será gravado no computador após a geração dos movimentos. Esta especificação servirá para associar as imagens dos gráficos e tabelas aos estudantes que as produziram.*

Tarefa 3: Construção e formalização do conceito de velocidade escalar média

Os grupos estabelecem, e escrevem sucintamente, as relações observadas entre o formato da reta obtida no gráfico e a rapidez do movimento efetuado. Após, cada grupo, através de um representante, escreverá no quadro branco a relação encontrada.

O conceito de rapidez média, ou velocidade escalar média, será colocado pelo professor, para o grande grupo, de acordo com a definição encontrada nos livros didáticos, com sua formalização matemática. É estabelecido um diálogo entre os grupos, mediado pelo professor, sobre a relação construída pelos estudantes e o conceito de velocidade encontrado nos livros didáticos. Durante as conversas o professor, para exemplificar, poderá utilizar o gráfico desenhado na Tarefa 1 para cálculo da velocidade. Depois de conceituado e formalizado o conceito de velocidade, todos procedem ao cálculo da velocidade utilizando os gráficos obtidos das Tarefas 1 e 2.

Professor:

- *Durante o diálogo para construção do conceito de velocidade exiba simultaneamente no datashow dois gráficos de movimentos de aproximação e afastamento realizados pelos estudantes e previamente gravados no computador conectado ao Arduino. Questione sobre as diferenças, destacando a relação entre aproximação, ou afastamento, e a inclinação da reta.*
- *Defina movimento progressivo e retrógrado levando-os a compreender a importância da adoção de um referencial para estas definições.*
- *Enfatize a diferença entre o conceito de trajetória, realizada pelo aluno ao descrever os movimentos, e as diferentes retas plotadas nas situações criadas pelos grupos.*

- *Após os alunos concluírem sobre a razão entre o espaço percorrido e intervalo de tempo, construa em conjunto a definição de velocidade escalar. Destaque as unidades de medidas utilizadas e a relação entre elas, apresentando o SI (Sistema Internacional de Unidades), exemplificando outras unidades utilizadas como, por exemplo, km/h.*

Tarefa 4: Desenvolvimento de exercícios de lápis e papel.

- **Professor:** *Exemplifique uma situação de repouso solicitando a um estudante que permaneça sem movimentar-se, em relação ao sonar, dentro de seu alcance, durante alguns segundos. Questione-os sobre os diversos tipos de gráficos gerados, dando ênfase as semelhanças e diferenças encontradas.*

8.2.3.7 Avaliação

A avaliação da aprendizagem será feita a partir da análise das respostas qualitativas e quantitativas, contidos no Guia de Atividade 1, com questões envolvendo conceitos de distância, tempo físico, referencial e cálculo da velocidade escalar média. As respostas da Tarefa 4 serão avaliadas dentro dos mesmos critérios de análise. A avaliação dos objetivos de aprendizagem será efetivada de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada, envolvendo preferencialmente a dimensão cognitiva nas categorias compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar, analisados na dimensão de conhecimento factual, conceitual e procedural, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Objetivos de aprendizagem para a Atividade 1 na dimensão do processo cognitivo

METODOLOGIA DOS OBJETIVOS**Taxionomia de Bloom modificada (Bloom et al. 1956-2002)**

Objetivos de aprendizagem para a Atividade 1 na dimensão do processo cognitivo

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual		Objetivo A1.1				
Conceitual		Objetivo A1.2	Objetivo A1.3 Objetivo A1.4	Objetivo A1.3	Objetivo A1.3	Objetivo A1.3
Procedural			Objetivo A1.3 Objetivo A1.4	Objetivo A1.3	Objetivo A1.3	Objetivo A1.3
Metacognitivo						

Fonte: Construção do autor

8.3 Atividade 2

8.3.1 Início das atividades

- Inicie a aula apresentando os objetivos e a dinâmica que será adotada nas atividades práticas, destacando a importância da observação e registro dos eventos.
- Solicite aos alunos que se reúnam em grupos de no máximo 4 componentes.
- Recapitule os conceitos de referencial, movimento, repouso, espaço, trajetória, ponto material, intervalo de tempo e velocidade média.
- Entregue o material instrucional impresso (Atividade 2) com orientações para confecção dos trabalhos, lendo as instruções para todos antes do preenchimento.
- Informe sobre as unidades de medidas que serão utilizadas durante o registro da distância percorrida pela bolinha e da velocidade desenvolvido.
- Enfatize a necessidade de atenção quando da leitura das instruções do material instrucional e que sempre que aparecerem dificuldades estas deverão ser resolvidas pelo grupo com o auxílio do professor, quando necessário. al instrucional recebido.
- Enfatize a importância da participação de todos dos componentes de cada grupo na resolução das tarefas propostas.

8.3.2 Executando movimentos

- Solicite para que cada grupo selecione um componente para realizar os movimentos ao alcance do sensor sonar, conforme indicado no Guia de Atividades 2. Os demais componentes do grupo deverão registrar os movimentos realizados, tabelas e gráficos resultantes (utilizando lápis e papel e/ou celulares).
- Utilize o computador para gravar o resultado dos movimentos dos grupos. Lembre-se que a cada reinicialização da planilha, para novas leituras, os dados obtidos são perdidos. Mesmo que os alunos já tenham registrado em imagens, ou no papel, é importante que o professor mantenha um registro próprio que poderá servir para futuras discussões, análises e avaliação do trabalho dos grupos.
- Verifique o correto preenchimento do Guia de Atividades 2.

8.3.3 Atividade para ensino de MRUV

8.3.3.1 Descrição geral da atividade para ensino de MRUV

Descrição	Movimentos retilíneos com velocidade uniformemente variável
Conteúdo da Atividade	MRUV e Queda Livre.
Tempo Previsto	5 horas-aula (50 min cada).

8.3.3.2 Recursos

- a) Computador;
- b) Placa micro processada do tipo Arduino;
- c) Placa de prototipagem (*protoboard*);
- d) Sensor de distância (sonar);
- e) 5 *Jumpers*;
- f) Interface de aquisição de dados;
- g) Software para aquisição de dados (planilha eletrônica);
- h) Projetor multimídia (*datashow*);
- i) Trilho de alumínio de 1,5 m (aproximadamente);
- j) Objeto esférico com dimensões semelhantes a uma bola de tênis, preferencialmente de plástico ou metálico;
- k) Lousa e caneta;
- l) Livros didáticos;
- m) Guia de atividades do aluno.

8.3.3.3 Objetivos de ensino

- a) Levar o aluno a estabelecer relações entre velocidade e tempo físico em situações onde a velocidade varia constantemente em intervalos de tempos iguais, observadas a partir de movimentos em um plano inclinado;
- b) Introduzir o conceito físico de aceleração constante, e suas respectivas unidades de medida, a partir das observações obtidas nos modelos físicos estudados;

- c) Levar o aluno a construir modelos físicos para movimentos em um plano inclinado, estabelecendo similaridades ao movimento de queda livre;
- d) Propor situações-problema de lápis papel.

8.3.3.4 Objetivos de Aprendizagem

- a) Objetivo A2.1: Entender o modelo adotado para estudo da queda livre como simplificações;
- b) Objetivo A2.3: Entender os movimentos realizados na sala de aula, interpretando-os como fatos, ou eventos, que podem ser representados como esquemas gráficos gerados para situações de MRUV.
- c) Objetivo A2.4: Entender aceleração média, interpretando-a como a relação de um deslocamento retilíneo percorrido entre dois pontos previamente estabelecidos, no qual a velocidade varia constantemente em um intervalo de tempo considerado.
- d) Objetivo A2.5: Aplicar os conhecimentos adquiridos em situações-problemas de lápis-papel.

8.3.3.5 Desenvolvimento

O professor junto com a turma revê alguns conceitos físicos estudados na atividade anterior. Utilizando gráficos de movimentos previamente gravados, obtidos na Atividade 1, revê conceitos como tempo físico, distância entre dois pontos no espaço, referencial e velocidade média, procurando elucidar dúvidas remanescentes que possam tonar-se um obstáculo para o estudo da aceleração. A ação dos estudantes é realizada por intermédio do movimento de descida de uma bolinha em uma rampa inclinada. Utilizando os dados de posição e tempo, obtidos pelo sensor sonar, com o recurso de uma planilha eletrônica, são gerados gráficos de deslocamento x tempo, velocidade x tempo e aceleração x tempo, bem como suas respectivas tabelas de dados. O diálogo entre os estudantes, nas situações ação propostas, constantemente supervisionados pelo professor nestas situações adidáticas, juntamente a conceitos físicos já previamente estudados, julgamos que possibilite a construção, pelos estudantes, do conceito de aceleração média.

Professor:

- *Destaque a utilização das unidades de medidas, apresentando e exemplificando outras unidades utilizadas para medida de aceleração. Escreva nos eixos dos gráficos exibidos no quadro branco, utilizados como exemplos, as grandezas físicas adotadas.*
- *No Guia de Atividades 2 a variação de velocidade e o tempo inicial e final do movimento deverão ser informados em metros/segundo e segundos respectivamente (SI).*
- *O cálculo da razão entre a variação de velocidade e seu correspondente intervalo de tempo, nas questões propostas, deverá ser realizado pelos alunos dos grupos individualmente no material instrucional recebido.*
- *Durante a realização dos movimentos utilize o computador conectado ao Arduino para gravar os gráficos gerados pelos grupos, identificando os arquivos com o número do grupo.*
- *No final da atividade reveja todas as definições e conclusões obtidas recolhendo, após, o material instrucional de cada grupo para verificação.*
- *A atividade será institucionalizada por intermédio de um diálogo com todos os participantes, professor e estudantes, sobre a construção dos gráficos aceleração x tempo, velocidade x tempo e posição x tempo no MRUV.*

8.3.3.6 Tarefas

Tarefa 1: Estudo de um movimento uniformemente variado usando sensor sonar e plano inclinado.

Os estudantes, reunidos em grupos e utilizando o sensor sonar, realizam movimentos soltando um objeto esférico (bola de borracha ou algo semelhante) em um plano inclinado (trilho de alumínio apoiado em uma das extremidades) com aproximadamente 10° de inclinação. A medida que a esfera desce o plano inclinado, as medidas de distância, velocidade e tempo são coletadas pelo sensor sonar, e os gráficos distância por tempo e velocidade por tempo são projetados no quadro branco, em tempo real. Ao final do movimento as medidas obtidas são anotadas pelos estudantes em seu Guia de Atividade 2, e os gráficos registrados, por um componente de cada grupo, utilizando, por exemplo, a câmera de um celular, para agilizar o processo.

➤ **Professor:** *Indique para o aluno que irá realizar os movimentos quando deverá ser iniciada e finalizada a ação, para minimizar o aparecimento nos gráficos projetados de linhas relacionadas a situação de repouso.*

Tarefa 2: Comparando representações gráficas geradas por *softwares*, obtidas a partir da criação de movimentos executados, com os idealizados por grupos de estudantes da Tarefa 1.

Utilizando as medidas de distância e tempo copiadas do movimento realizado pela esfera descendo o plano inclinado, os componentes do grupo, individualmente, utilizando régua e lápis, irão esboçar no Guia de Atividade 2 os gráficos distância por tempo e velocidade por tempo, utilizando somente os pontos cujas coordenadas foram anotadas durante o experimento. Cada grupo conclui sobre o que observou, indicando as diferenças e/ou semelhanças encontradas, comparando os gráficos obtidos pelo sensor e os gráficos desenhados na Tarefa 1.

➤ **Professor:** *Lembre aos alunos que identifiquem seus grupos de trabalho com um número ou letra. Esta identificação servirá para diferenciar as imagens que serão gravadas no computador.*

Tarefa 3: Construção e formalização do conceito de aceleração escalar média.

O professor demonstra, passo a passo e utilizando os dados de posição e tempo gerados com uso do sensor na Tarefa 2, a construção da relação entre a distância percorrida e o tempo do movimento, reforçando o conceito de velocidade. Após o professor solicita aos alunos que calculem a razão entre os diferentes valores de velocidades escalares obtidos e seus respectivos intervalos de tempo, levando-os a percepção de que, para intervalos de tempo aproximadamente iguais, as diferenças entre os valores de velocidade escalar média variam de uma quantidade aproximadamente constante, sendo definida como aceleração escalar média. Os estudantes utilizando o Guia de Atividade 2 desenharam o gráfico correspondente (aceleração por tempo), descrevendo suas características. O professor define a grandeza física aceleração escalar média para o grande grupo a partir dos livros didáticos, com sua formalização matemática. É estabelecido um diálogo entre os

grupos, com orientação do professor, sobre a relação construída pelos estudantes e o conceito de aceleração encontrado nos livros didáticos

Professor:

- *Durante o diálogo para construção do conceito de aceleração média exiba simultaneamente no datashow gráficos de movimentos já realizados pelos alunos durante a atividade, gravados previamente no computador conectado ao Arduino. Questione sobre as diferenças, destacando e comparando o gráfico do deslocamento x tempo com os resultados obtidos na Atividade 1 (MRU). Mostre o gráfico da velocidade x tempo enfatizando o formato do gráfico e da tabela com os dados obtidos para esta situação. Questione sobre os dados encontrados dialogando sobre a variação da velocidade durante o deslocamento efetuado.*
- *Após, exiba o gráfico aceleração x tempo e questione sobre a existência, ou não, de variação da aceleração durante o movimento da bolinha.*
- *Depois que os alunos concluírem sobre a razão entre os valores da velocidade em um intervalo de tempo, construa em conjunto a definição de aceleração escalar. Destaque as unidades de medidas utilizadas e a relação entre elas, apresentando o SI (Sistema Internacional de Unidades), exemplificando outras unidades utilizadas como, por exemplo, km/h^2 .*

Tarefa 4: Sistematizando os conceitos construídos e criando novos movimentos com o corpo.

O professor convida os estudantes para exemplificar os movimentos uniforme e uniformemente variado, sistematizando os conceitos referentes aos assuntos estudados. Os estudantes, mantendo a mesma formação de grupos, são instigados a utilizar diferentes tamanhos de objetos esféricos e a observar os resultados, utilizando o sensor sonar. Após, os estudantes são desafiados a realizar um movimento uniformemente variado ao alcance do sonar, com o sistema de aquisição automática de dados. Utilizando seu guia de atividades, concluem sobre seus resultados através de discussões no grupo.

Tarefa 5: Desenvolvimento de exercícios de lápis e papel.

8.3.3.7 Avaliação

A avaliação da aprendizagem será feita a partir da análise das respostas qualitativas e quantitativas, contidas no Guia de Atividade 2, com questões envolvendo gráficos do MRUV, cálculo de velocidade escalar média variável e aceleração escalar média. As respostas da Tarefa 5 serão avaliadas dentro dos mesmos critérios de análise. A avaliação dos objetivos de aprendizagem será efetivada de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada, envolvendo preferencialmente a dimensão cognitiva nas categorias compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar, analisados na dimensão de conhecimento factual, conceitual e procedural, conforme o quadro abaixo.

A avaliação da aprendizagem será feita a partir da análise nas respostas qualitativas e quantitativas, contidos no Guia de Atividade 1, com questões envolvendo conceitos de distância, tempo físico, referencial e cálculo da velocidade escalar média. As respostas da Tarefa 4 serão avaliadas dentro dos mesmos critérios de análise. A avaliação dos objetivos de aprendizagem será efetivada de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada, envolvendo preferencialmente a dimensão cognitiva nas categorias compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar, analisados na dimensão de conhecimento factual, conceitual e procedural, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Objetivos de aprendizagem para a Atividade 2 na dimensão do processo cognitivo

METODOLOGIA DOS OBJETIVOS**Taxionomia de Bloom modificada (Bloom et al. 1956-2002)**

Objetivos de aprendizagem para a Atividade 2 na dimensão do processo cognitivo

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual						
Conceitual		Objetivo A2.1 Objetivo A2.4	Objetivo A2.5	Objetivo A2.2		
Procedural		Objetivo A2.3	Objetivo A2.5			
Metacognitivo						

Fonte: Construção do autor

9 Classificação das situações didáticas

Cada uma das situações didáticas foi formulada levando em conta a classificação das situações como proposta por Brousseau. O Quadro 4 e o Quadro 5 apresentam as situações planejadas conforme essa classificação, de acordo com as atividades e tarefas propostas nos guias de atividades apresentados nos Apêndices A e B.

Os quadros se referem a situações didáticas que envolvem as situações ação, formulação e validação desenvolvidas nas Atividades 1 e 2 desenvolvidas pelo aluno com a orientação do professor, além das situações de devolução formulados pelo professor para o estudante, e as situações de institucionalização entre o professor e toda a classe, para socialização dos conhecimentos apropriados.

Quadro 4 - Planejamento da situação didática para o ensino de MRU, usando a classificação da Teoria das Situações Didáticas

SITUAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE MRU	
Situação Adidática	Tarefa 1: Aprendendo a elaborar gráficos em papel milimetrado utilizando dados de posição X tempo obtidos com planilha eletrônica e sensor sonar
Ação	1. Realize um movimento compassado de afastamento do sonar com rapidez (constante) e lenta, entre dois pontos previamente sinalizados em sala de aula.
	2. Após anote na tabela abaixo as medidas de distância percorrida e tempo, indicadas pelo professor.
	3. Utilizando os dados da tabela acima, desenhe o gráfico representativo do movimento realizado, usando o espaço milimetrado a seguir.
Formulação	4. Escreva no quadro abaixo os conceitos discutidos em sala de aula de referencial, distância entre dois pontos, e intervalo de tempo.
	5. Escolha e indique, no gráfico definitivo da página anterior, dois pontos para cálculo da distância e o seu correspondente intervalo de tempo.
	6. Indique no gráfico definitivo da página anterior, com uma seta, o ponto representativo da origem do movimento.
Situação Didática	Tarefa 2: Comparando representações gráficas geradas por <i>softwares</i> e obtidas a partir da criação de movimentos executados e idealizados por grupos de estudantes
Ação	1. Idealize e nomeie dois tipos de movimentos lentos, um de afastamento e outro de aproximação do sonar, para serem

	<p>executados em linha reta entre dois pontos distantes aproximadamente 3 metros um do outro.</p> <p>2. Executem os movimentos usando o sensor sonar.</p> <p>3. Utilize um celular com câmera para registrar os dois gráficos.</p> <p>4. Nas tabelas abaixo:</p> <ol style="list-style-type: none"> Indiquem um nome para cada um dos tipos de movimento. Marquem com um "X" indicando se o movimento foi de aproximação ou de afastamento do sonar. Desenhe o gráfico obtido de acordo com o resultado mostrado no <i>datashow</i> (o mesmo registrado pelo celular). Utilizem o espaço abaixo do gráfico para descrever o gráfico. Anote, na tabela abaixo do gráfico, algumas medidas de distância e tempo do gráfico gerado.
Situação Didática	Tarefa 3: Construção e formalização do conceito de velocidade escalar média
Formulação	1. Considerando os aspectos de rapidez e sentido do deslocamento em relação ao sensor sonar (afastamento ou aproximação), nos movimentos executados, o que você pôde observar com relação ao formato do gráfico gerado? Discuta com o restante do grupo esta situação e escreva no espaço abaixo o que foi observado.
Institucionalização	2. Após, cada grupo deverá socializar sua escrita utilizando o espaço indicado pelo professor.
Formulação	<p>3. Para cálculo da velocidade escalar média, utilize os intervalos de tempo e as distâncias indicadas pelo professor, obtidas do movimento realizado por um aluno ao alcance do sensor sonar.</p> <p>4. A definição apresentada pelo professor de velocidade escalar média está de acordo os dados obtidos no item 3?</p> <p>5. Justifique a resposta da questão anterior.</p> <p>6. Calcule a velocidade escalar média utilizando dados obtidos no Movimento 1 - Tabela 2 e no Movimento 2 - Tabela 3, nas páginas 5 e 6, da Tarefa 2. Selecione intervalos de tempo iguais para o cálculo da velocidade escalar média.</p>
Ação	<p>7. Um componente do grupo deverá posicionar-se durante alguns segundos, sem se movimentar, em qualquer posição ao alcance do sonar. Faça um esboço do gráfico no espaço "Gráfico".</p> <p>8. Após, o mesmo componente do grupo deverá posicionar-se novamente durante alguns segundos, ao alcance do sonar, em uma posição diferente do item anterior. Faça um esboço do gráfico no espaço "Gráfico 5".</p>
Formulação	9. Comparando os gráficos 4 e 5, quais são as semelhanças, e diferenças, observadas.
	10. Usando os gráficos desenhados nesta atividade, como você desenharia um gráfico de alguém que está parado a uma distância de 1,0 metro do sensor sonar, durante 10 segundos

Validação	e, em seguida, se afasta do sonar, durante 5,0 segundos com uma rapidez constante e lenta?
	11. Usando os gráficos desenhados nesta atividade, como você desenharia um gráfico de alguém que está parado, durante 5,0 segundos, a uma distância de 2,0 metros do sensor sonar e, em seguida, se aproxima do sonar, durante 5,0 segundos, com uma rapidez constante e lenta?

Fonte: Construção do autor

Quadro 5 - Planejamento da situação didática para o ensino de MRUV, usando a classificação da Teoria das Situações Didáticas

SITUAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE MRUV	
Situação Didática	Tarefa 1: Aquisição automática de dados e levantamento de tabelas e gráficos de um movimento uniformemente variado usando sensor sonar e plano inclinado
Ação	1. Realize um movimento soltando (sem empurrar) um objeto esférico na extremidade superior do plano inclinado.
	2. Registre, na Tabela 1, a posição, o tempo, a velocidade e a aceleração projetadas no quadro branco.
	3. Fotografe com um celular as imagens dos gráficos projetadas no quadro branco.
	4. Usando os dados da Tabela 1 desenhe o gráfico de posição x tempo. Se necessário utilize as imagens registradas no celular.
	5. Usando os dados da Tabela 2 desenhe o gráfico da velocidade x tempo.
Formulação	6. Em grupo analisem os dois gráficos desenhados descrevendo nos espaços abaixo as principais características observadas em cada um.
Situação Didática	Tarefa 2: Construção e formalização do conceito de aceleração escalar média
Ação	1. Siga as instruções abaixo para montagem da Tabela 2. a. Copie as medidas de tempo, distância e velocidade da Tabela 1. b. Calcule a aceleração dividindo Coluna C pela A.
	2. As acelerações obtidas são iguais?
Formulação	3. Selecione um intervalo de tempo qualquer na Tabela 2, com suas respectivas velocidades, e calcule a aceleração média, usando a Tabela 3 abaixo.
	4. O que você pode afirmar comparando os valores das acelerações obtidas a partir das velocidades calculadas em intervalo de tempo iguais?
	5. Qual a relação entre a variação da velocidade, nos intervalos de tempo obtidos, e a aceleração calculada? Discuta com o grupo e escreva as conclusões no quadro abaixo.

Ação	6. Desenhe o gráfico da aceleração x tempo, usando os dados da Tabela 3.
Formulação	7. Escreva resumidamente o que significa velocidade escalar média.
	8. Escreva resumidamente o que significa aceleração escalar média.
Situação Didática	Tarefa 3: Sistematizando os conceitos construídos e criando novos movimentos
Ação, validação e sistematização	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soltem na rampa inclinada (sem empurrar), dois diferentes tipos de bolinha (fornecidas pelo professor), uma por vez, usando sempre a mesma inclinação. Execute os movimentos do início até o fim da rampa inclinada. Anote na tabela abaixo (Procedimento 1) as medidas de tempo e velocidade obtidas a partir de dados capturados pelo sensor sonar. Após, calcule a aceleração média para o movimento de cada bolinha. 2. Finalizado o procedimento 1, aumente um pouco a inclinação da rampa e refaça o procedimento, usando a tabela do procedimento 2 para registrar os dados.
Formulação	1. Com relação à velocidade nos procedimentos executados, pode-se afirmar que:
	2. Com relação à aceleração média calculada nos procedimentos executados, pode-se afirmar que:
	3. Com relação à inclinação da rampa e a velocidade no final do percurso, podemos afirmar que:
	4. Que fator foi preponderante na alteração da velocidade das bolinhas, em cada procedimento?
	5. Se soltarmos (sem empurrar) uma bolinha inicialmente no início da rampa inclinada e, após finalizado o movimento, executá-lo novamente soltando a bolinha no meio da rampa inclinada, sem alterar a inclinação, é correto afirmar que no final do percurso:

Fonte: Construção do autor

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

ARDUINO. Disponível em: <www.arduino.cc>. Último acesso em: 24 mai. 2015.

AUSUBEL, David P. **Aquisición y retención del conocimiento**: Una perspectiva cognitiva. Buenos Aires: Ediciones Paidós Ibérica S.A., 2002.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo da teoria das sequencias didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. 1.ed. São Paulo: Ática, 2008.

ELECFREACKS. Ultrasonic Ranging Module HC - SR04. **Manual do Fabricante**. Disponível em: <<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>>. Último acesso em: 24 mai. 2015.

KRATHWOHL, David R. **A revision of Bloom's Taxonomy**: an overview. Theory into Practice, v. 41, n. 4, 2002.

MICROSOFT Excel. Disponível em: <<https://products.office.com/en-us/excel?legRedir=true&CorrelationId=8163ffef-e8d4-461d-a454-b9bedeabd7cc>>. Último acesso em: 24 mai. 2015.

MOREIRA, Marco A. **A teorias da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UnB, 2006.

_____. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

GIL PEREZ, D.; FURIÓ MÁ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; PESSOA DE CARVALHO, A. M. **Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?**, Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

PALANDI, Joecir; FIGUEIREDO, Dartanhan Baldez; DENANRDIN, João Carlos; MAGNAGO, Paulo Roberto. **Cinemática e dinâmica**. Grupo de Ensino de Física, Departamento de Física. Santa Maria: UFSM, 2010.

PARALLAX Inc. Disponível em: < <https://classic.parallax.com/downloads/plx-daq>>. Último acesso em: 24 mai. 2015.

ROCHA, F. S.; GUADAGNINI, P. H. **Sensor sonar de movimento para ensino de física experimental**. Latin-American Journal of Physics Education, v. 4, n. 2, p. 306-315, 2010.

SCRATCH. Media Lab do MIT. Disponível em <https://scratch.mit.edu/about/>>. Acesso em 30 jun. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Guia de atividade da situação de ensino de MRU

Nome:		
Turma:	Numero:	Data:

Instruções IMPORTANTES para o desenvolvimento da atividade	
	Indica que você deve esperar por instruções do professor.
	Indica trabalho desenvolvido em grupo.
	Indica resposta ou tarefa individual.

Material necessário

- a) Régua.
- b) Lápis.
- c) Borracha.

TAREFA 1



Construção de Gráficos

1. Realize um movimento compassado de afastamento do sonar com rapidez (constante) e lenta, entre dois pontos previamente sinalizados em sala de aula.
2. Após anote na tabela abaixo as medidas de distância percorrida e tempo, indicadas pelo professor.

Tabela 1

Tempo (em segundos)									
Distância(em centímetros)									



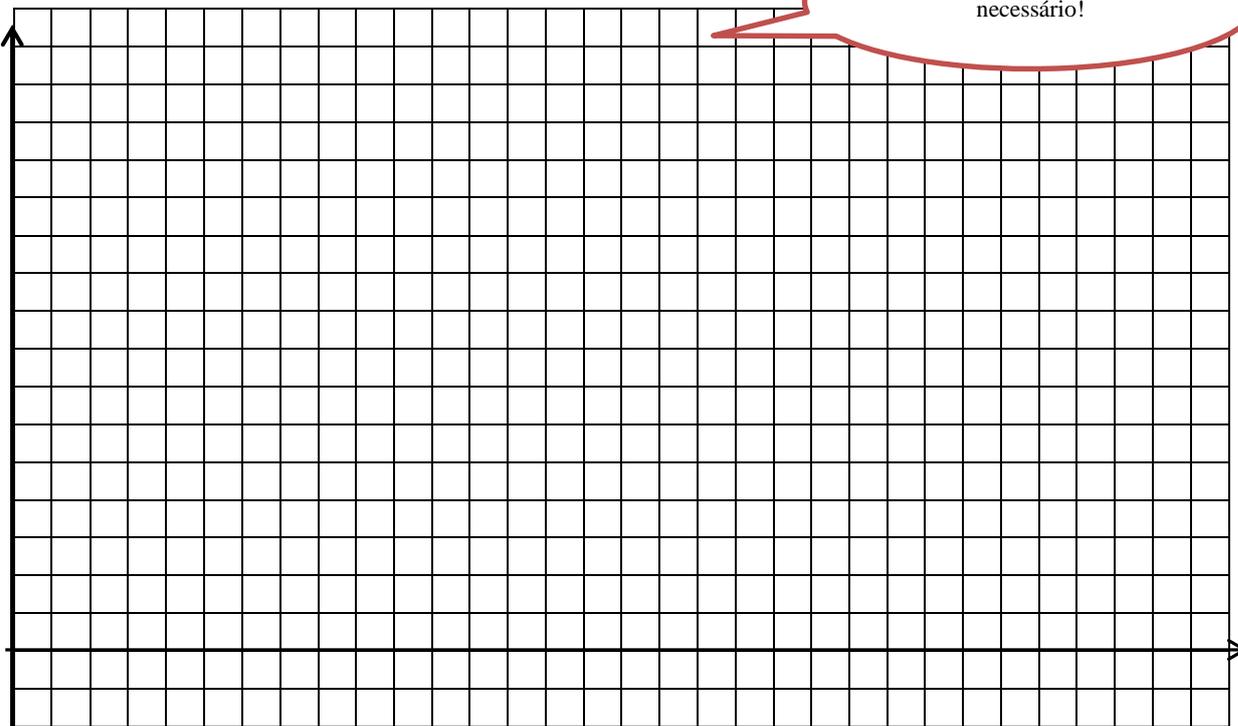


3. Utilizando os dados da tabela acima, desenhe o gráfico representativo do movimento realizado, usando o espaço milimetrado a seguir.

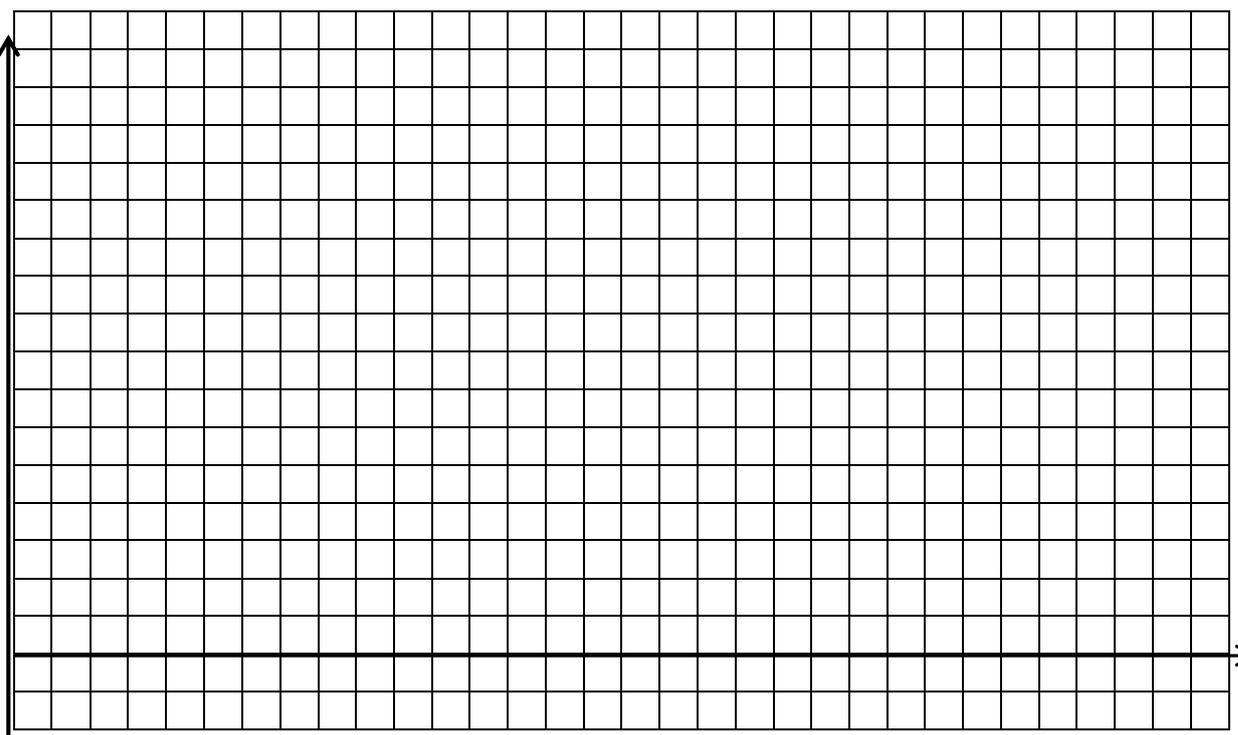
Espaço reservado para construção do gráfico. Use somente lápis e borracha.

Rascunho

Utilize o rascunho se achar necessário!



Definitivo – Gráfico 1





4. Escrevam no quadro abaixo os conceitos discutidos em sala de aula de referencial, distância entre dois pontos, e intervalo de tempo.

Referencial	
Distância entre dois pontos	
Intervalo de tempo	

5. Escolha e indique, no gráfico definitivo da página anterior, dois pontos para cálculo da distância e o seu correspondente intervalo de tempo.



Distância entre dois pontos	
Intervalo de tempo	

Informe nos espaços o cálculo realizado!

6. Indique no gráfico definitivo da página anterior, com uma seta, o ponto representativo da origem do movimento.

TAREFA 2



Esta tarefa deverá ser realizada em grupos de, no máximo, 4 componentes, com respostas individuais neste Guia de Atividades.

1. Idealize e nomeie dois tipos de movimentos lentos, um de afastamento e outro de aproximação do sonar, para serem executados em linha reta entre dois pontos distantes aproximadamente 3 metros um do outro.

2. Executem os movimentos usando o sensor sonar.

Planeje com os demais componentes do grupo como será o movimento antes de executá-lo!

3. Utilize um celular com câmera para registrar os dois gráficos.

4. Nas tabelas abaixo:

- a. Indiquem um nome para cada um dos tipos de movimento.
- b. Marquem com um “X” indicando se o movimento foi de aproximação ou de afastamento do sonar.
- c. Desenhem o gráfico obtido de acordo com o resultado mostrado no *datashow* (o mesmo registrado pelo celular).
- d. Utilizem o espaço abaixo do gráfico para descrever o gráfico.
- e. Anotem, na tabela abaixo do gráfico, algumas medidas de distância e tempo do gráfico gerado.

Verifique se as medidas de distância e tempo foram corretamente anotadas. Peça auxílio ao professor se tiver dificuldade em obtê-las!



TAREFA 3



Responda as questões abaixo utilizando os resultados obtidos a partir dos movimentos executados na Tarefa 2.

1. Considerando os aspectos de rapidez e sentido do deslocamento em relação ao sensor sonar (afastamento ou aproximação), nos movimentos executados, o que você pôde observar com relação ao formato do gráfico gerado? Discuta com o restante do grupo esta situação e escreva no espaço abaixo o que foi observado.
2. Após, cada grupo deverá socializar sua escrita utilizando o espaço indicado pelo professor.



Afastamento	
Aproximação	



Construção e formalização do conceito de velocidade média escalar

3. Para cálculo da velocidade escalar média, utilize os intervalos de tempo e as distâncias indicadas pelo professor, obtidas do movimento realizado por um aluno ao alcance do sensor sonar.



Dados do movimento realizado por um aluno							
	Inicial	Final	Δ		Inicial	Final	Δ
Distância (em metros)							
Tempo (em segundos)							
Velocidade escalar média (em m/s)							

4. A definição apresentada pelo professor de velocidade escalar média está de acordo os dados obtidos no item 3?

- a. Sim.
- b. Não.

5. Justifique a resposta da questão anterior.

--

6. Calcule a velocidade escalar média utilizando dados obtidos no Movimento 1 - Tabela 2 e no Movimento 2 - Tabela 3, nas páginas 5 e 6, da Tarefa 2. Selecione intervalos de tempo iguais para o cálculo da velocidade escalar média.



Dados do Movimento 1 – Tabela 2							
	Inicial	Final	Δ		Inicial	Final	Δ
Distância (em metros)							
Tempo (em segundos)							
Velocidade escalar média (em m/s)							



Dados do Movimento 2 – Tabela 3							
	Inicial	Final	Δ		Inicial	Final	Δ
Distância (em metros)							
Tempo (em segundos)							
Velocidade escalar média (em m/s)							



7. Um componente do grupo deverá posicionar-se durante alguns segundos, sem se movimentar, em qualquer posição ao alcance do sonar. Faça um esboço do gráfico no espaço “Gráfico 4”.



8. Após, o mesmo componente do grupo deverá posicionar-se novamente durante alguns segundos, ao alcance do sonar, em uma posição diferente do item anterior. Faça um esboço do gráfico no espaço “Gráfico 5”. (ação)

Gráfico 4

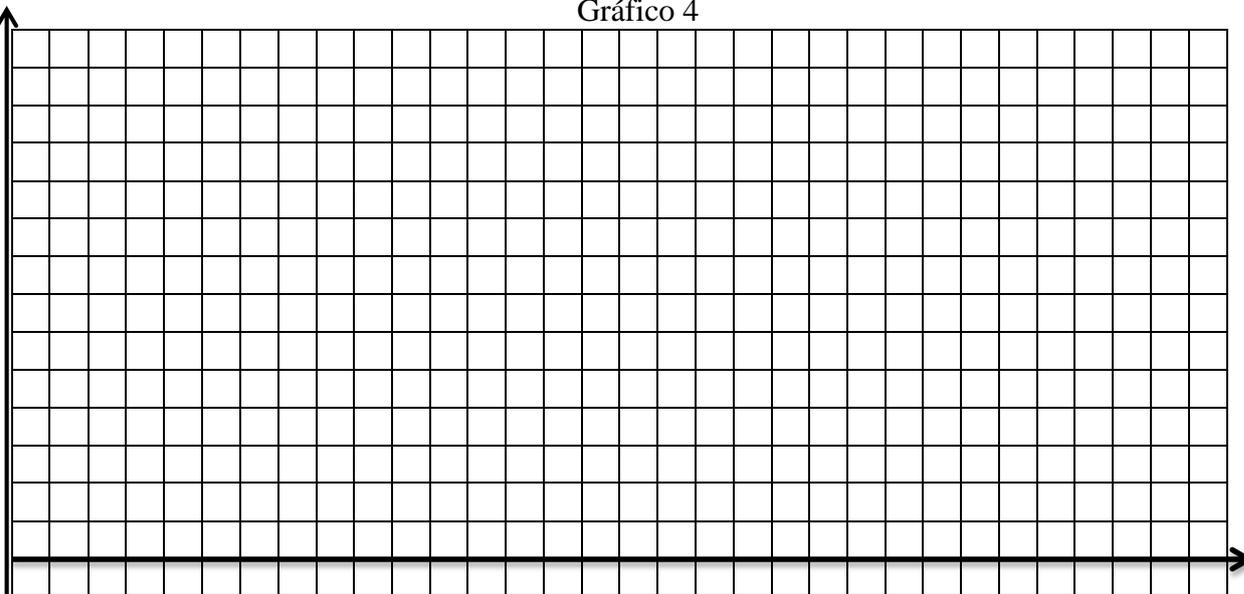
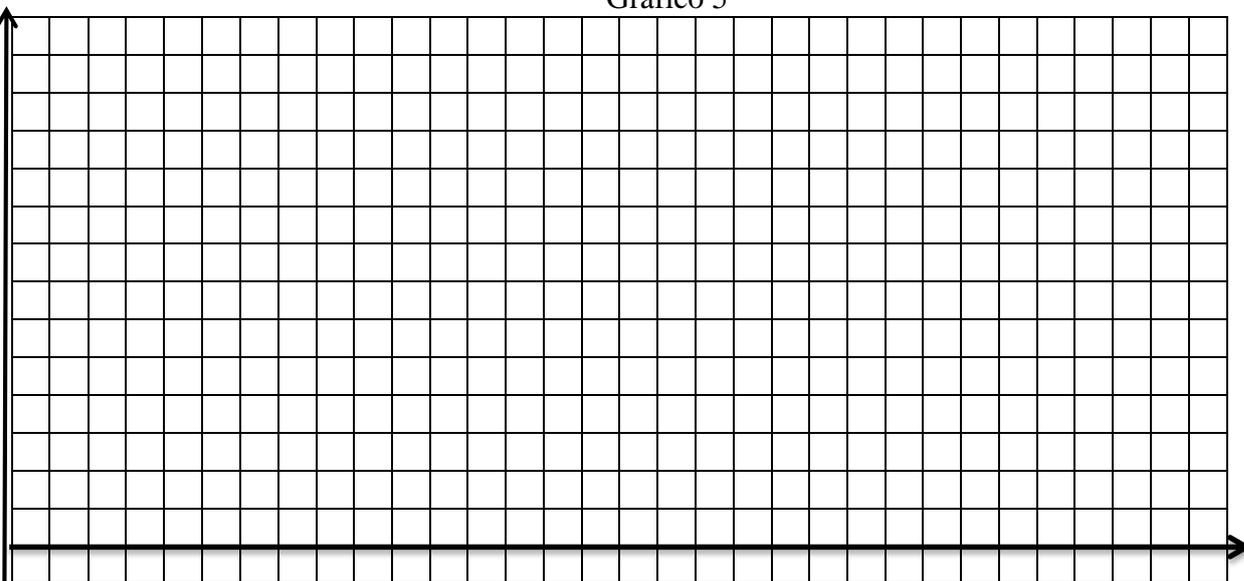


Gráfico 5

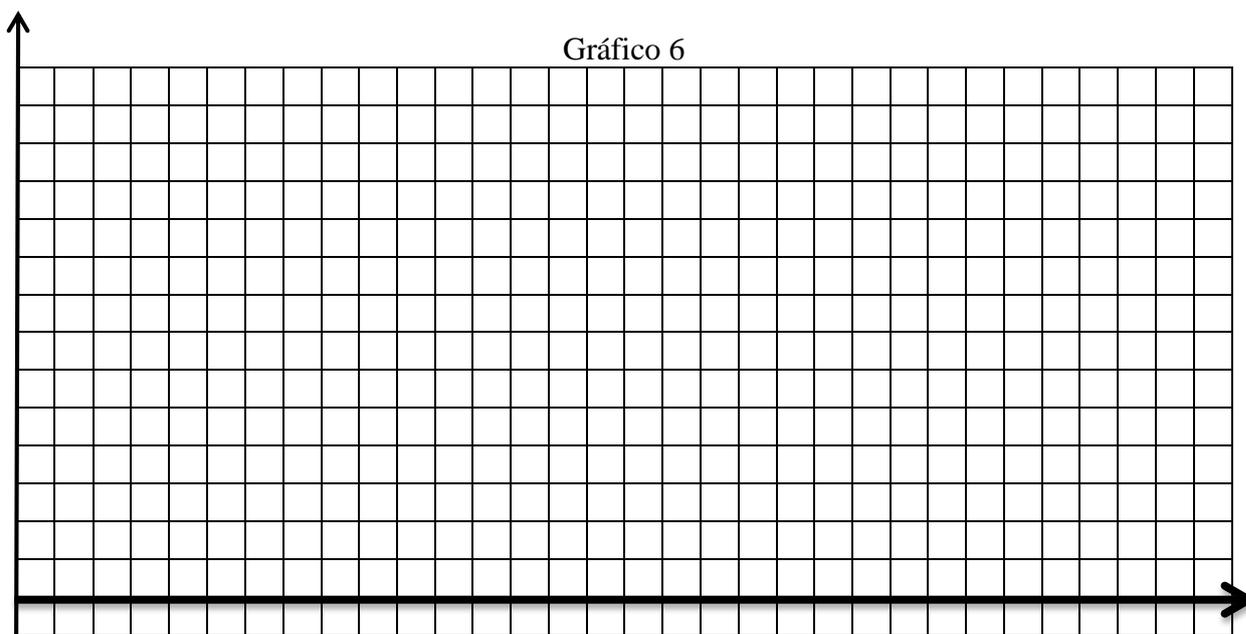


9. Comparando os Gráficos 4 e 5, quais são as semelhanças, e diferenças, observadas.

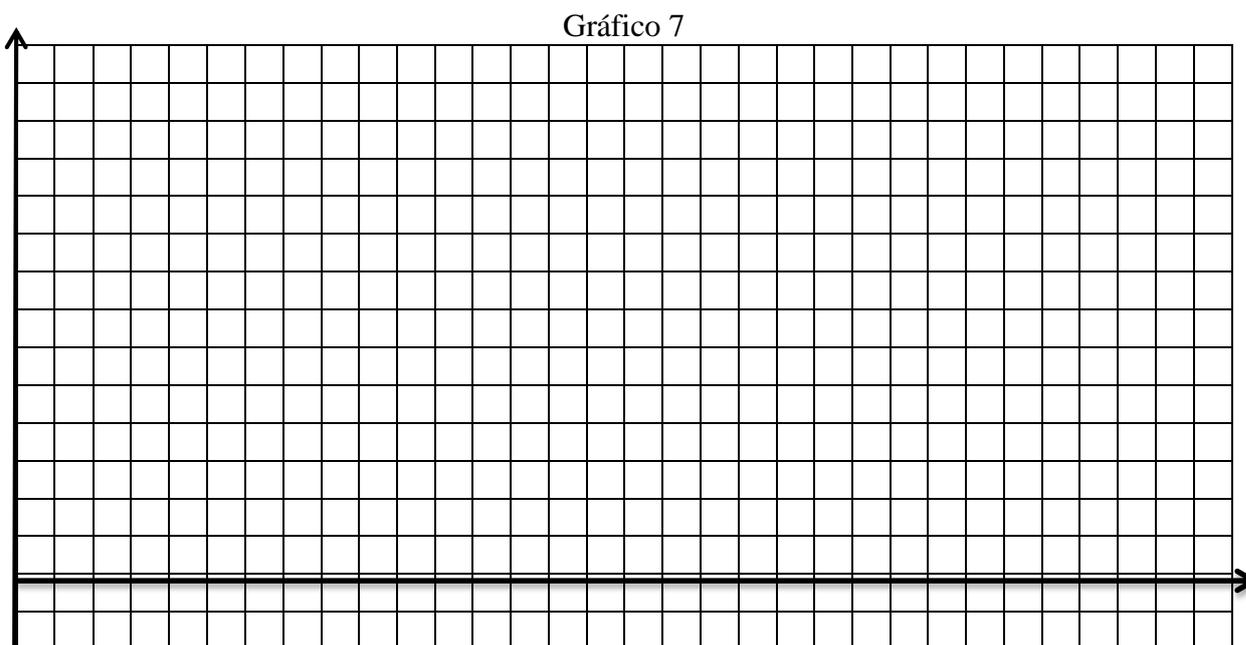


Semelhanças	
Diferenças	

10. Usando os gráficos desenhados nesta atividade, como você desenharia um gráfico de alguém que está parado a uma distância de 1,0 metro do sensor sonar, durante 10 segundos e, em seguida, se afasta do sonar, durante 5,0 segundos com uma rapidez constante e lenta? Verifique a sua resposta com os resultados obtidos na Tarefa 1.



11. Usando os gráficos desenhados nesta atividade, como você desenharia um gráfico de alguém que está parado, durante 5,0 segundos, a uma distância de 2,0 metros do sensor sonar e, em seguida, se aproxima do sonar, durante 5,0 segundos, com uma rapidez constante e lenta? Verifique a sua resposta com os resultados obtidos na Tarefa 1.

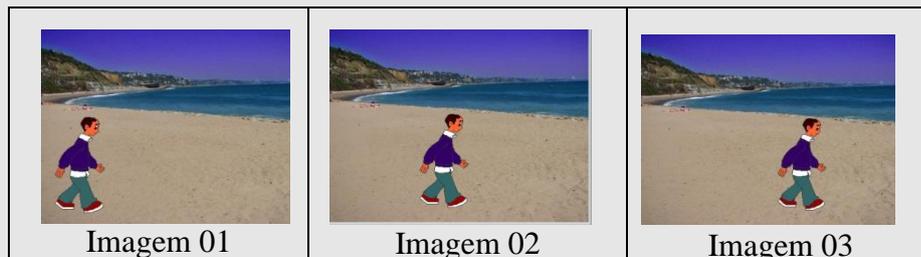


TAREFA 4



Texto Introdutório para as Questões 1 e 2:

Observe a sequência de imagens abaixo. Trata-se de um menino caminhando na praia.



Fonte: Construção do autor

Mas como sabemos que ele está se deslocando? Para termos a sensação de movimento, a imagem de fundo (a praia) é sempre a mesma, servindo de referência para indicar a mudança de posição. Podemos agir de forma semelhante, em nosso dia a dia, quando queremos observar se houve movimento.

1. Selecione no texto a seguir as alternativas que corretamente preenchem as lacunas.

Se quisermos verificar a existência de movimento de um carro, por exemplo, adotamos um referencial que não muda de posição em relação ao carro e observamos se a _____(distância/velocidade) entre esse ponto de referência e o carro se altera durante um _____(intervalo de tempo/instante de tempo). Se esta distância entre o ponto de referência e o carro mudar, então afirmamos que houve movimento, caso contrário dizemos que o carro está em _____(repouso/descanso) em relação àquele referencial.

2. Utilizando os parênteses, estabeleça a correta correspondência entre a primeira coluna e a terceira coluna.

a. Referencial	()	Quando há mudança de posição em relação a um referencial.
b. Movimento	()	Quando não há mudança de posição em relação a um referencial.
c. Repouso	()	É algo que adotamos para verificar se um corpo está em movimento ou em repouso.

Texto Introdutório para a Questão 3:

Quando um carro se desloca entre duas cidades suas dimensões são desprezíveis para o estudo do seu movimento. Isso quer dizer que o tamanho do carro não irá influenciar em alguns aspectos como, por exemplo, a distância entre as cidades. Neste caso podemos considerá-lo como um ponto que denominamos na Física de “ponto material”. Esta idealização nada mais é do que uma simplificação que fazemos para melhor descrever o movimento. Outros exemplos: uma bola em relação a um campo de futebol, uma pessoa em relação ao planeta Terra, etc. Porém, é importante destacar, que esta é uma situação relativa ao que estamos estudando, isto é, em algumas situações o carro do primeiro exemplo não poderá ser considerado como um ponto e, neste caso, a denominação passa a ser “corpo extenso”.

3. Marque na tabela a seguir a alternativa correta, de acordo com a situação descrita.

a. Ponto Material b. Corpo Extenso	()	Estudo do movimento de um caminhão se deslocando entre duas cidades.
	()	Estudo do espaço ocupado por um caminhão em uma pequena garagem.
	()	Estudo do tempo de travessia de um pequeno túnel por um trem com vários vagões.
	()	Estudo somente da velocidade de queda de um paraquedista durante um salto de 2 km de altura.
	()	Estudo do movimento de um aluno se deslocando entre dois pontos em sala de aula ao alcance de um sensor sonar.

Texto introdutório para a Questão 4:

Denominamos de “trajetória” a linha formada pelas diversas posições ocupadas por um móvel durante um deslocamento. Nossa escola realizou em 2013 uma competição de lançamento de foguetes de água. Nas fotos abaixo, obtidas durante o evento, podemos observar que a água ao sair do foguete deixou um rastro indicando a sua trajetória.

Usando lápis ou caneta, desenhe sobre as fotos a trajetória como uma única linha iniciando no solo e indo até o foguete.



Fonte: Construção do autor

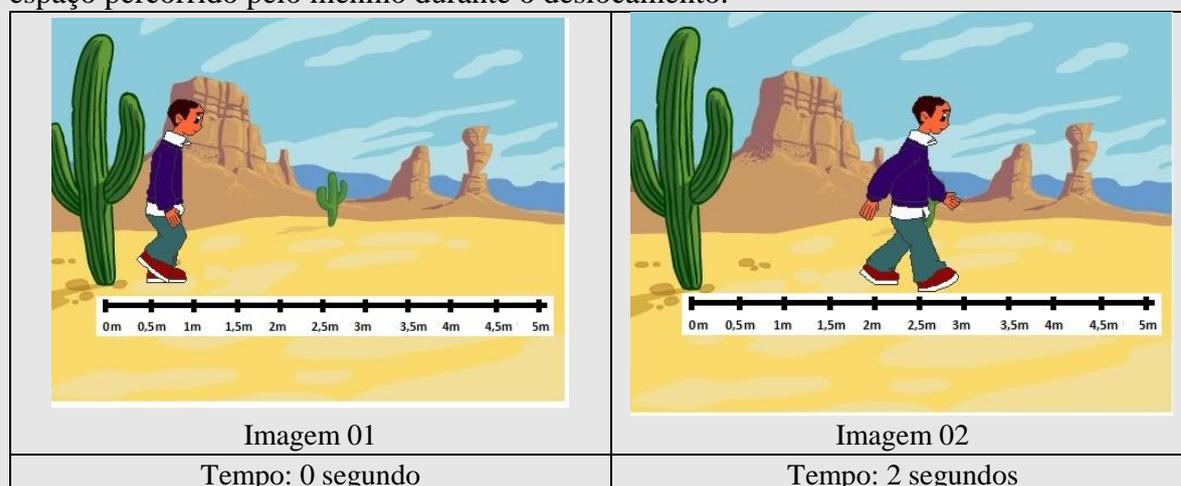
Texto Introdutório para as Questões 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11:

Observe a sequência de imagens a seguir:



Fonte: Construção do autor

Adotando o cacto como referencial é fácil notar que as imagens representam o movimento de um menino caminhando no deserto. Porém para entendermos melhor este movimento precisamos de mais algumas informações como, por exemplo, o tempo do deslocamento e a posição ocupada durante a caminhada. Com relação ao tempo foi inserida uma contagem, em segundos, da duração do deslocamento. Mas como devemos proceder se quisermos saber qual é a posição do menino, em relação ao referencial (cacto), durante a sua caminhada? Para isso temos que medir o espaço percorrido em relação ao referencial adotado. Veja como ficariam as duas primeiras imagens, com uma escala em metros, contendo as medidas do espaço percorrido pelo menino durante o deslocamento.

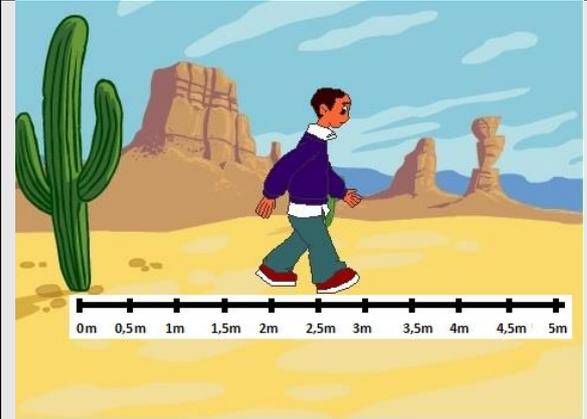
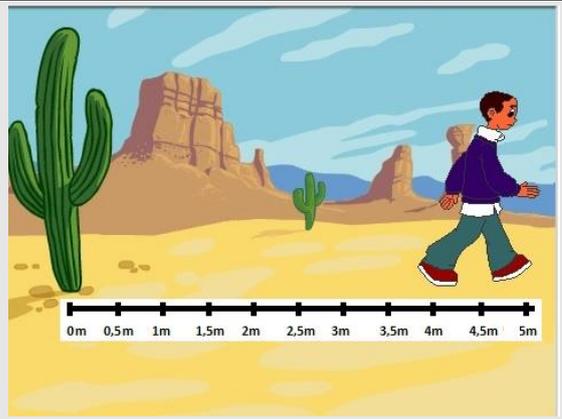


Fonte: Construção do autor

- Observando a Imagem 01, podemos dizer que no momento em que o menino iniciou a caminhada ele estava a _____ metros do cacto que adotamos como referencial.
- Olhando a Imagem 02, e utilizando a escala em metros, a posição do menino naquele instante foi de _____ metros.

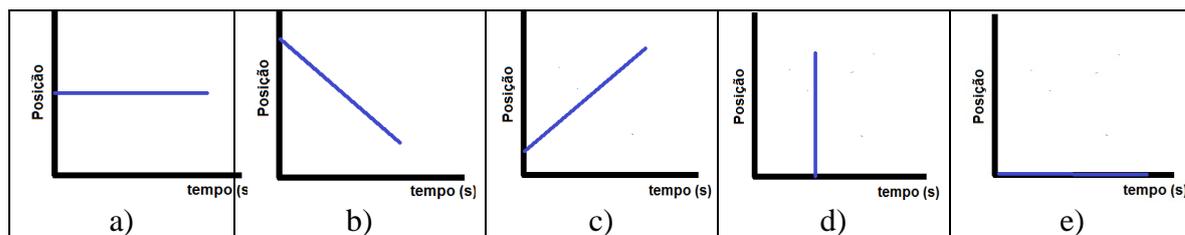
9. Entre a Imagem 01 e a Imagem 02 decorreu um intervalo de tempo de _____ segundos.

Acrescentamos agora a Imagem 03 à sequência de imagens.

	
Imagem 02	Imagem 03
Tempo: 2 segundos	Tempo: 4 segundos

Fonte: Construção do autor

10. Na Imagem 03 a posição do menino em relação ao cacto foi de _____ metros.
11. Comparando a Imagem 01 com a Imagem 03 podemos dizer que o espaço percorrido entre a posição inicial (Imagem 01) e a posição final (Imagem 03) foi de _____ metros.
12. Desde o início do movimento (Imagem 01), quanto tempo, em segundos, decorreu até o menino chegar à posição da Imagem 03?
13. Qual é o intervalo de tempo, em segundos, decorrido na mudança de posição entre as Imagens 02 e 03?
14. Um estudante realizou diversos movimentos em linha reta, compassados e lentos, ao alcance de um sonar (considerado por ele como a origem dos movimentos). Ele obteve como resultados gráficos de posição (em metros) por tempo (em segundos), que desenhou separadamente. Dentre os possíveis gráficos obtidos, mostrados abaixo, qual é aquele que, certamente, não representaria nenhum tipo de movimento realizado pelo estudante.



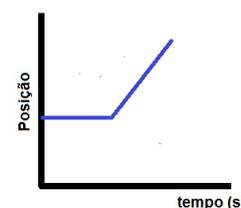
Fonte: Construção do autor

15. Utilizando a tabela da questão anterior, estabeleça uma correspondência entre o gráfico desenhado e o tipo de movimento realizado.

()	Movimento com velocidade escalar média constante de afastamento da origem.
()	O estudante ficou parado distante da origem, e não executou movimento.
()	Movimento com velocidade escalar média constante de aproximação da origem.
()	O estudante ficou parado na origem, sem executar movimento.

16. O gráfico ao lado representa um móvel que:

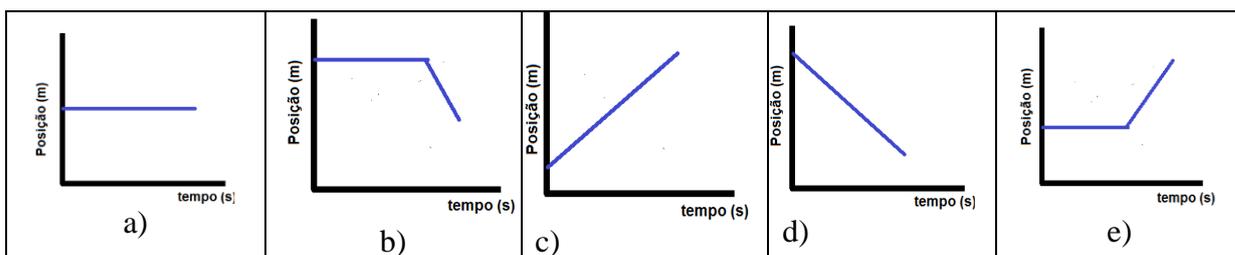
- Inicialmente está em repouso, por alguns segundos, e em seguida segue em movimento uniforme com velocidade escalar média constante, afastando-se da origem do movimento.
- Está em repouso, portanto não houve movimento em relação à origem.
- Está sempre em movimento com velocidade escalar média constante.
- Inicialmente está em movimento uniforme com velocidade escalar média constante, por alguns segundos, e em seguida para e permanece em repouso.
- Afasta-se da origem em movimento uniforme com velocidade constante.



17. Você está parado em um corredor e observa um menino, que está perto e na sua frente, se afastar ocupando sucessivas posições, conforme a sequência de imagens ilustradas abaixo. Considerando que você não se movimentou durante o tempo da observação, e que o menino se afastou de você com velocidade constante e em linha reta, qual opção de gráfico representa corretamente este movimento.



Fonte: Construção do autor

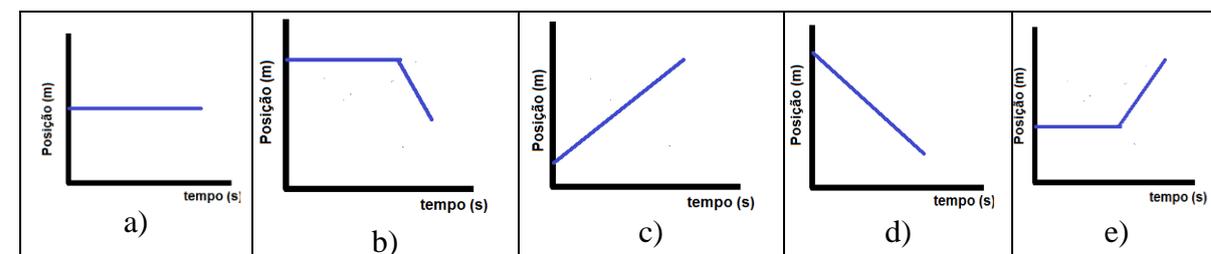


Fonte: Construção do autor

18. Um menino observa, sem mudar sua posição, um dançarino posicionado a alguns metros executar alguns movimentos. Durante o tempo que o menino observou a dança percebeu que o dançarino também não mudou de posição em relação a ele. Qual gráfico representa corretamente a situação do dançarino em relação ao observador?



Fonte: Construção do autor



Fonte: Construção do autor

19. Utilizando os gráficos calcule a velocidade média escalar, em cada situação:

		Inicial		Final		Final - Inicial	
	Posição	S_o		S_f		$\Delta S = S_f - S_o$	
	Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$	
		Cálculo da velocidade $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_o}{t_f - t_o} =$					

		Inicial		Final		Final - Inicial	
	Posição	S_o		S_f		$\Delta S = S_f - S_o$	
	Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$	
		Cálculo da velocidade $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_o}{t_f - t_o} =$					

		Inicial		Final		Final - Inicial	
	Posição	S_o		S_f		$\Delta S = S_o - S_i$	
	Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$	
		Cálculo da velocidade $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_o}{t_f - t_o} =$					

Fonte: Construção do autor

APÊNDICE B

Guia de atividade para a situação de ensino de MRUV

Instruções IMPORTANTES para o desenvolvimento da atividade	
	Indica que você deve esperar por instruções do professor.
	Indica trabalho desenvolvido em grupo.
	Indica resposta ou tarefa individual.

Nome:		
Turma:	Numero:	Data:

➤ Material necessário (individual)

- a) Régua.
- b) Lápis.
- c) Borracha.
- d) Celular.

➤ Material necessário (coletivo)

- a) Plano inclinado.
- b) Sensor sonar.

TAREFA 1

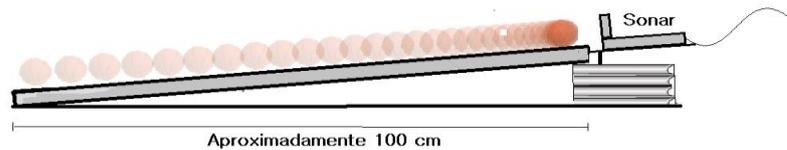


Aquisição automática de dados e levantamento de tabelas e gráficos de um movimento uniformemente variado usando sensor sonar e plano inclinado



1. Realize um movimento soltando (sem empurrar) um objeto esférico na extremidade superior do plano inclinado.
2. Registre, na Tabela 1, a posição, o tempo, a velocidade e a aceleração projetadas no quadro branco.
3. Fotografe com um celular as imagens dos gráficos projetadas no quadro branco.

Rampa com sensor sonar



Fonte: Construção do autor

Tabela 1

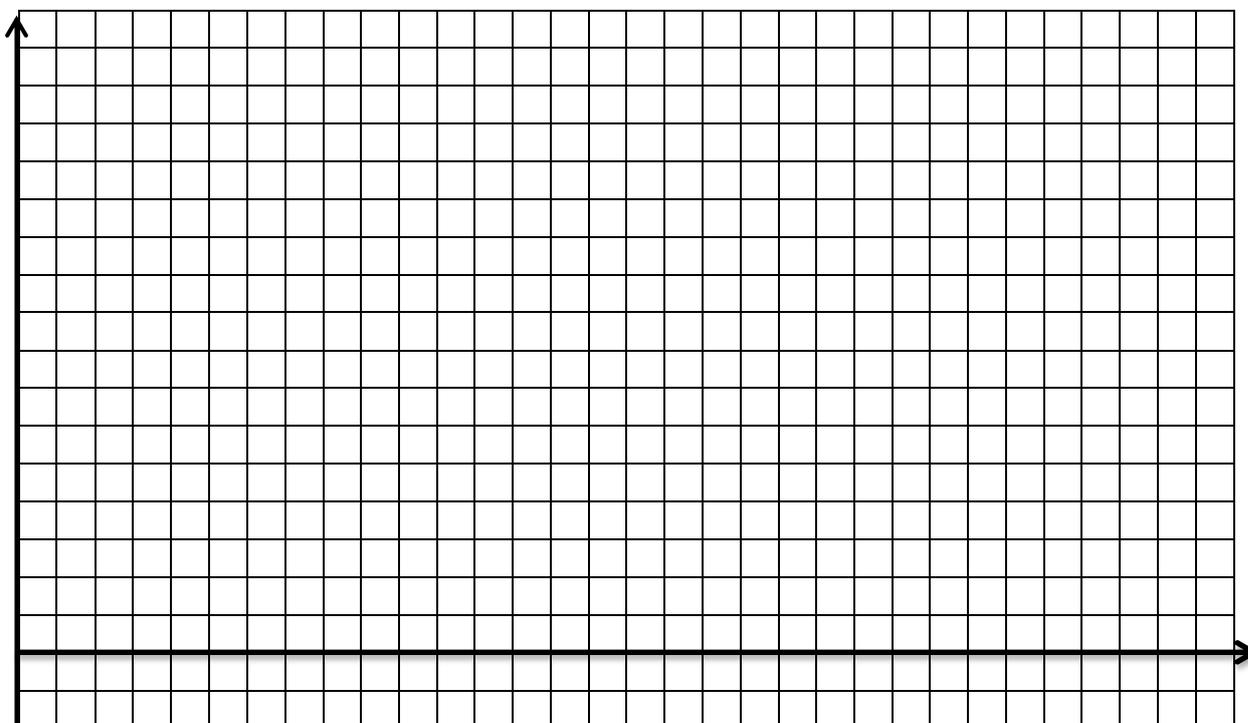


Tempo (s)						
Posição (m)						
Velocidade (m/s)						
Aceleração (m/s^2)						



4. Usando os dados da Tabela 1 desenhe o gráfico de posição x tempo. Se necessário utilize as imagens registradas no celular.

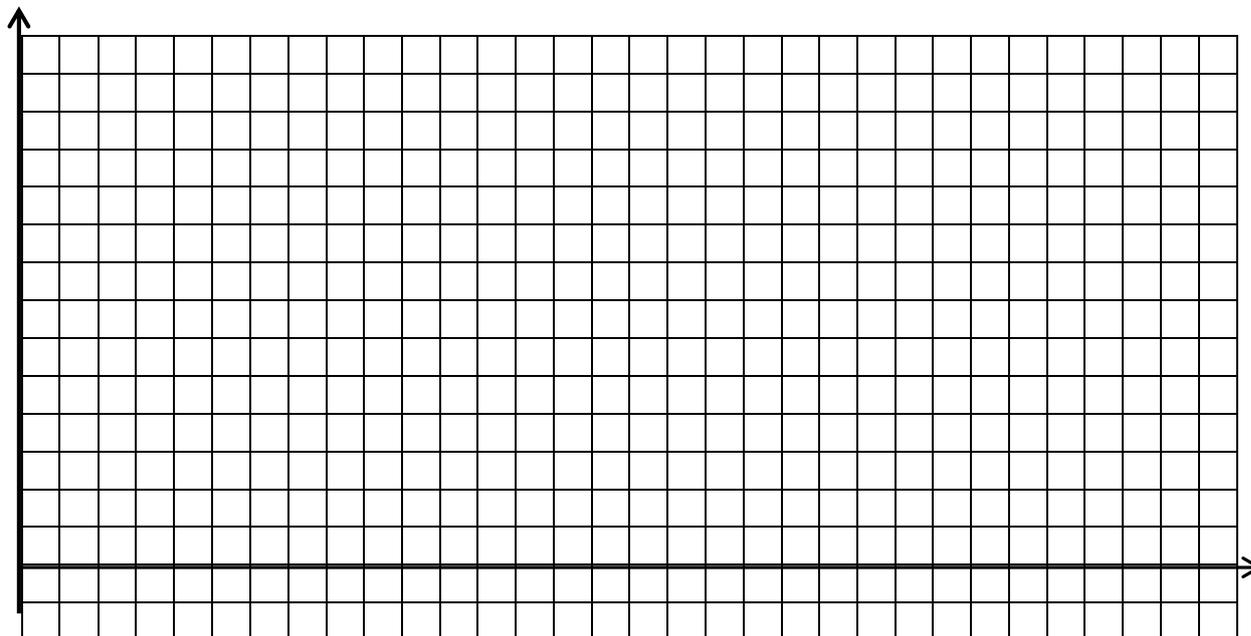
Gráfico posição x tempo





5. Usando os dados da Tabela 2 desenhe o gráfico da velocidade x tempo.

Gráfico velocidade x tempo



6. Em grupo analisem os dois gráficos desenhados descrevendo nos espaços abaixo as principais características observadas em cada um.

Gráfico $s \times t$ (posição x tempo)

--

Gráfico $v \times t$ (velocidade x tempo)

--

TAREFA 2

Construção e formalização do conceito de aceleração escalar média



1. Siga as instruções abaixo para montagem da Tabela 2.
 - a. Copie as medidas de tempo, distância e velocidade da Tabela 1.
 - b. Calcule a aceleração dividindo Coluna C pela A.

Tabela 2

A	B	C	D
Tempo(s)	Distância(m)	Velocidade (m/s)	Aceleração (m/s ²)



2. As acelerações obtidas são iguais?
 - a) Sim, exatamente.
 - b) Sim, aproximadamente.
 - c) Não, são diferentes.
3. Selecione um intervalo de tempo qualquer na Tabela 2, com suas respectivas velocidades, e calcule a aceleração média, usando a Tabela 3 abaixo.

Tabela 3

Intervalo						
	Inicial		Final		Final - Inicial	
Velocidade	v_o		v_f		$\Delta v = v_f - v_o$	
Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$	
	Cálculo da aceleração $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o} =$					





4. O que você pode afirmar comparando os valores das acelerações obtidas a partir das velocidades calculadas em intervalo de tempo iguais?

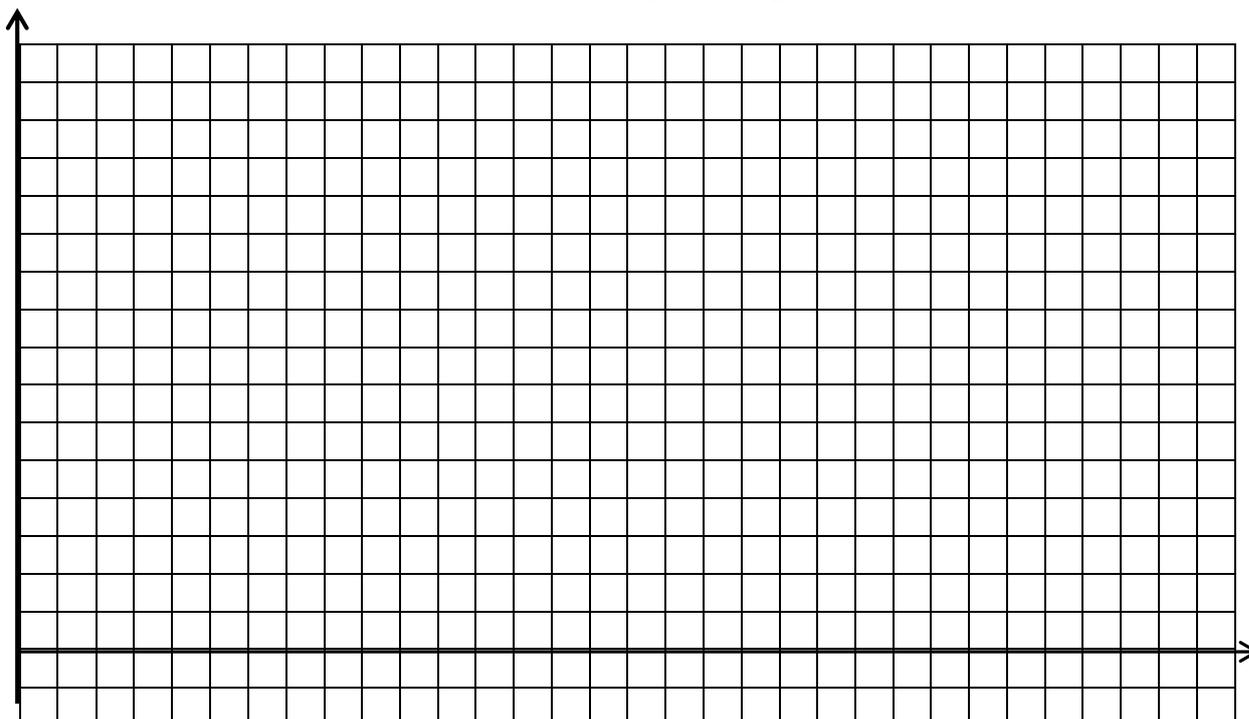


5. Qual a relação entre a variação da velocidade, nos intervalos de tempo obtidos, e a aceleração calculada? Discuta com o grupo e escreva as conclusões no quadro abaixo.



6. Desenhe o gráfico da aceleração x tempo, usando os dados da Tabela 3.

Gráfico aceleração x tempo





7. Escreva resumidamente o que significa velocidade.



8. Escreva resumidamente o que significa aceleração.

TAREFA 3



Sistematizando os conceitos construídos e criando novos movimentos.



1. Soltem na rampa inclinada (sem empurrar), dois diferentes tipos de bolinha (fornecidas pelo professor), uma por vez, usando sempre a mesma inclinação. Execute os movimentos do início até o fim da rampa inclinada. Anote na tabela abaixo (Procedimento 1) as medidas de tempo e velocidade obtidas a partir de dados capturados pelo sensor sonar. Após, calcule a aceleração média para o movimento de cada bolinha.
2. Finalizado o procedimento 1, aumente um pouco a inclinação da rampa e refaça o procedimento, usando a tabela Procedimento 2 para registrar os dados.

Procedimento 1		Inclinação Menor					
		Bolinha 1			Bolinha 2		
		Inicial	Final	Δ	Inicial	Final	Δ
	Tempo						
	Velocidade						
	Aceleração média						

Procedimento 2		Inclinação Maior					
		Bolinha 1			Bolinha 2		
		Início	Fim	Δ	Início	Fim	Δ
	Tempo						
	Velocidade						
	Aceleração média						

- 1) Com relação à velocidade nos procedimentos executados, pode-se afirmar que:
 - a) É maior no início dos movimentos.
 - b) É menor no fim dos movimentos.
 - c) É maior no fim dos movimentos.
 - d) É sempre a mesma, porém diferente de zero.
 - e) Não existe.
- 2) Com relação à aceleração média calculada nos procedimentos executados, pode-se afirmar que:

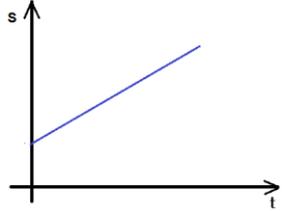
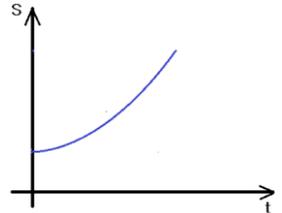
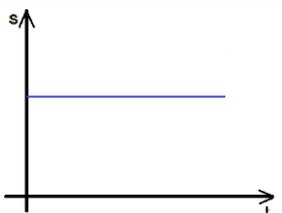
- a) É sempre a mesma, independente do procedimento.
 - b) É sempre zero.
 - c) É maior no fim de todos os movimentos.
 - d) É menor no fim de todos os movimentos.
 - e) Em cada procedimento permaneceu a mesma.
- 3) Com relação à inclinação da rampa e a velocidade no final do percurso, podemos afirmar que:
- a) Aumentando a inclinação da rampa diminui a velocidade.
 - b) Aumentando a inclinação da rampa aumenta a velocidade.
 - c) Não existe relação entre a inclinação da rampa e a velocidade.
 - d) Na maior inclinação possível a velocidade no final é igual a inicial.
 - e) Na menor inclinação, sem ser a horizontal, a velocidade é a máxima.
- 4) Que fator foi preponderante na alteração da velocidade das bolinhas, em cada procedimento?
- a) A massa diferente de cada bolinha.
 - b) O tempo de descida.
 - c) O sonar.
 - d) A aceleração.
 - e) O computador.
- 5) Se soltarmos (sem empurrar) uma bolinha inicialmente no início da rampa inclinada e, após finalizado o movimento, executá-lo novamente soltando a bolinha no meio da rampa inclinada, sem alterar a inclinação, é correto afirmar que no final do percurso:
- a) A velocidade foi igual para ambas às situações.
 - b) A velocidade foi maior no segundo caso.
 - c) Em nenhum dos casos existiu aceleração.
 - d) A aceleração foi a mesma para os dois movimentos.
 - e) Em ambos os casos existiu aceleração constante e diferente de zero.

TAREFA 4

4. Utilizando os parênteses, estabeleça a correta correspondência entre a primeira coluna e a terceira coluna, considerando um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

a. Aceleração	()	Varia igualmente em intervalos de tempo iguais.
b. Velocidade	()	É independente de qualquer tipo de movimento.
c. Tempo	()	É constante neste tipo de movimento.

5. Os gráficos a seguir representam grandezas físicas de um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Utilizando os parênteses, estabeleça a correta correspondência entre o tipo de gráfico na primeira coluna e a sua representação na terceira coluna.

a. Aceleração x tempo	()	
b. Velocidade x tempo	()	
c. Deslocamento x tempo	()	

6. Selecione no texto a seguir as alternativas que preenchem corretamente as lacunas.

Galileu Galilei (1564-1642), físico, matemático e astrônomo, no século XVII, estudou o conceito de aceleração para melhor entender o movimento de queda dos objetos. Devido à falta de precisão dos instrumentos de medida existentes na época, Galileu optou por usar um plano inclinado para diminuir a velocidade do movimento e, conseqüentemente, possibilitar a obtenção de medidas mais precisas. Para estudarmos esse tipo de movimento, nesta atividade, utilizamos uma bolinha partindo do repouso descendo um plano inclinado e, como instrumento de medida, um sensor sonar posicionado no ponto de partida da bolinha acoplado a uma placa

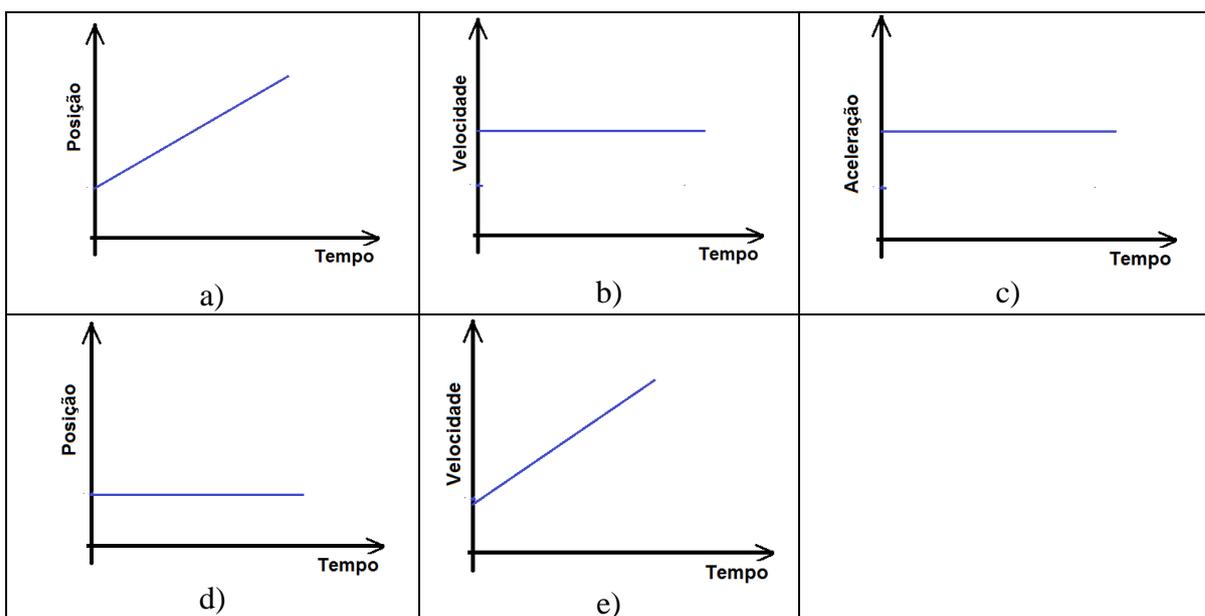
micro processada conectada a um computador (Figura 1). Assim como Galileu, no século XVII nosso objetivo foi o estudo da velocidade e da aceleração. Embora os instrumentos de medida na época de Galileu fossem rudimentares, ele conseguiu alcançar resultados importantes para o estudo da cinemática. Uma das conclusões de Galileu, comprovada por nós nesta atividade, foi de que ao soltarmos uma bolinha na parte mais alto do trilho a velocidade _____ (aumenta/diminui) gradativamente devido a existência uma aceleração que, neste tipo de movimento, _____ (permanece constante/diminui/aumenta) durante todo o trajeto. Também observamos que se aumentarmos o ângulo de inclinação a velocidade, no final do percurso, será sempre _____ (maior/menor). Isto levou-nos a concluir que se o trilho estiver na posição _____ (vertical/horizontal) teremos a _____ (maior/menor) velocidade final.

Figura 40 - Rampa com sensor sonar

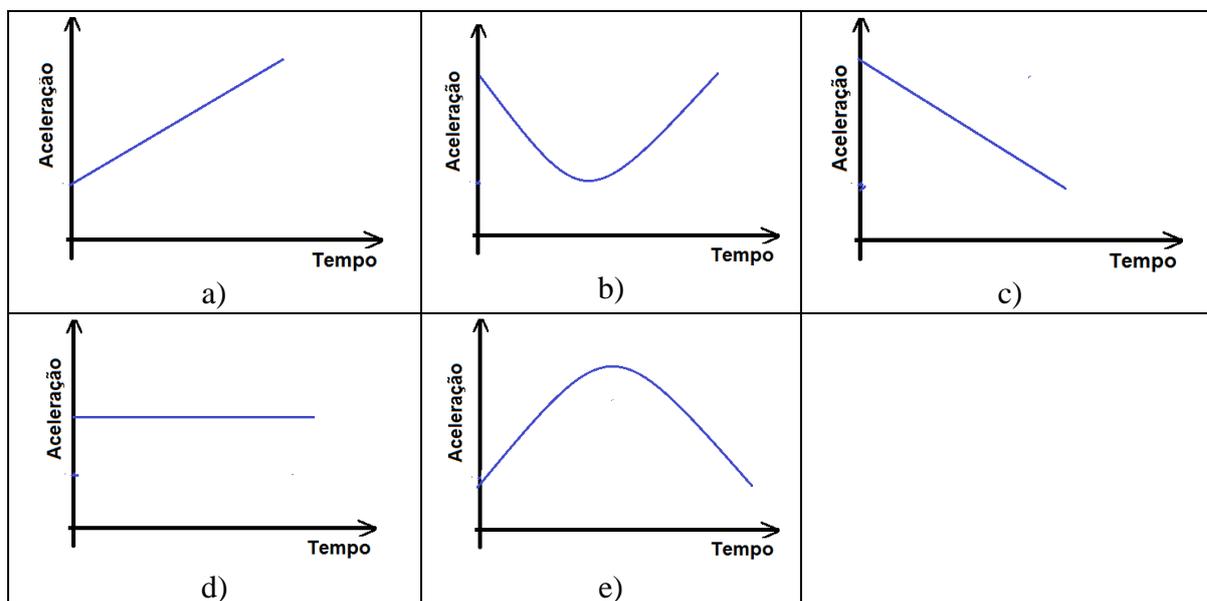


Fonte: Construção do autor

7. Qual dos gráficos representa um movimento com velocidade constante?



8. Qual opção abaixo representa um movimento com aceleração constante e diferente de zero?



9. Utilizando os gráficos de cada situação, calcule a aceleração média.

Situação 1			Inicial	Final	Final - Inicial		
		Velocidade	v_o		v_f		$\Delta v = v_f - v_o$
		Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$
		Cálculo da aceleração $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o} =$					
Situação 2			Inicial	Final	Final - Inicial		
		Velocidade	v_o		v_f		$\Delta v = v_f - v_o$
		Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$
		Cálculo da aceleração $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o} =$					
Situação 3			Inicial	Final	Final - Inicial		
		Velocidade	v_o		v_f		$\Delta v = v_f - v_o$
		Tempo	t_o		t_f		$\Delta t = t_f - t_o$
		Cálculo da aceleração $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o} =$					

ANEXOS

ANEXO A - Código do programa computacional escrito na linguagem de programação do Arduino para uso do módulo sensor de movimento HC-SR04

```

/*
Sensor sonar de movimento com o módulo HC-SR04

Paulo Henrique Guadagnini - 10/2013
Reinaldo Guimaraes - 03/2015

*/

// Pino 13 com o LED ligado na própria placa Arduino
int led = 13;
// Pino 12 ligado no pino Trigger do sensor sonar
int sonar_trig = 12;
// Pino 10 ligado no pino Echo do sensor sonar
int sonar_echo = 10;

int i = 0;
float soma = 0.0;
// Número de medidas para o cálculo da distância média
int n = 32;

// Setup do Arduino
void setup() {

// Pino com LED ligado como saída digital.
pinMode(led, OUTPUT);

// Pino de Trigger do sensor sonar
pinMode(sonar_trig, OUTPUT);

// Pino Echo do sensor sonar
pinMode(sonar_echo, INPUT);

// Inicializa a porta serial
Serial.begin(19200);

// Envia os comandos para reiniciar e ajustar o título da planilha PLX-DAQ
Serial.println("CLEARDATA");
Serial.println("RESETTIMER");
Serial.println("LABEL,Tempo(s),Distancia(m)");
}

// Loop infinito
void loop() {

```

```

float distancia;
float tempo_echo;
float distancia_media;

// Tempo em ms desde a ligação do arduino
unsigned long time;

// Dispara o pulso de Trigger de 10us largura
digitalWrite(sonar_trig, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(sonar_trig, LOW);

// Retorna o tempo que o pino sonar_echo permanece alto (em microsegundos)
tempo_echo = 0;
tempo_echo = pulseIn(sonar_echo, HIGH);

// Determina o tempo desde o início do programa
time = millis();

// Calcula a distância entre o sensor e o alvo como
// distância = 0.5*(tempo_echo x 10^-6 s * 340 m/s)
distancia = 0.5*(tempo_echo * 1.0e-6 * 340.0);

if((distancia >= 3000.0) || (distancia == 0)) {
  // O sensor não encontrou o alvo e o resultado deve ser descartado
  // Sinalizar com o led da placa arduino
  digitalWrite(led, HIGH);
} else {

  // Envia tempo em segundos e a distância em metros para a porta serial (Planilha
  PLX-DAQ)
  Serial.print("DATA,");
  Serial.print(time/1000);
  Serial.print(",");
  Serial.println(distancia);
  digitalWrite(led, LOW);
}

// Aguarda 1000 ms antes de fazer uma nova leitura
delay(1000);

```